

**VIVIAN MELO CORRÊA**

**PREDIÇÃO DE PESO AO NASCIMENTO EM  
GESTAÇÕES GEMELARES UTILIZANDO A FRAÇÃO  
DE VOLUME DE BRAÇO E COXA POR MEIO DA  
ULTRASSONOGRAFIA TRIDIMENSIONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal  
de São Paulo – Escola Paulista de  
Medicina para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências.

**SÃO PAULO**

**2018**

**VIVIAN MELO CORRÊA**

**PREDIÇÃO DE PESO AO NASCIMENTO EM  
GESTAÇÕES GEMELARES UTILIZANDO A FRAÇÃO  
DE VOLUME DE BRAÇO E COXA POR MEIO DA  
ULTRASSONOGRAFIA TRIDIMENSIONAL**

Tese apresentada à Universidade Federal  
de São Paulo – Escola Paulista de  
Medicina para a obtenção do título de  
Mestre em Ciências.

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Julio Elito Júnior

**COORIENTADOR:** Prof. Dr. Edward Araujo Júnior

**SÃO PAULO**

**2018**

Corrêa, Vivian Melo

**Predição de peso ao nascimento em gestações gemelares utilizando a fração de volume de braço e coxa por meio da ultrassonografia tridimensional.** / Vivian Melo Corrêa. -- São Paulo, 2018.

xiv, 106f.

Tese (Mestrado) – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina. Programa de Pós-graduação em Obstetrícia.

Título em inglês: Prediction of birth weight in twin pregnancies using the fractional limb volumes by three-dimensional ultrasonography.

Palavras-chave: 1. Gestação gemelar. 2. Ultrassonografia tridimensional. 3. Peso fetal.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO**  
**ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA**

**DEPARTAMENTO DE OBSTETRÍCIA**

**PROFESSORES TITULARES DO DEPARTAMENTO**

Profa. Dra. Mary Uchiyama Nakamura

Profa. Dra. Rosiane Mattar

**CHEFE DO DEPARTAMENTO DE OBSTETRÍCIA**

Prof. Dr. David Baptista da Silva Pares

**COORDENADOR DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM OBSTETRÍCIA:**

Prof. Dr. Edward Araújo Júnior

*Aos meus estimados pais, Marco e Cássia,  
que sempre foram meu porto seguro e são os principais  
responsáveis por essa longa caminhada.*

*Ao meu esposo, meu amor, Fabrício,  
com quem compartilho os sonhos e quem me incentiva  
a evoluir todos os dias.*

*À minha irmã Thaís,  
com quem divido as mais doces lembranças da infância  
e com quem sei que sempre poderei contar.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Júlio Elito Júnior, exemplo de serenidade, e que sempre acreditou no nosso estudo sendo grande incentivador durante essa caminhada.

Ao Prof. Dr. Edward Araujo Júnior, pela competência acadêmica e grande auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luciano Machado Marcondes Nardozza, pelos ensinamentos e acolhimento.

Ao Prof. Dr. David Baptista da Silva Pares, por ser grande incentivador do pensamento e raciocínio no nosso serviço.

Ao Prof. Dr. Luiz Claudio de Silva Bussamra, com quem compartilhei o ambulatório e me possibilitou vivenciar profundamente a medicina fetal.

Ao Sr. Marcos Maeda, pela realização da análise estatística deste estudo.

Ao Dr. Eduardo Felix Santana, com quem tive a feliz oportunidade de compartilhar as tardes de terça-feira.

À Sra. Rosinéa Lima, sempre disposta a nos auxiliar.

Às pacientes do ambulatório de gemelaridade, que possibilitaram o desenvolvimento deste estudo.

## SUMÁRIO

|  |               |
|--|---------------|
| Dedicatória.....                               | iv            |
| Agradecimentos.....                            | v             |
| Lista de abreviaturas e símbolos.....          | viii          |
| Lista de figuras.....                          | ix            |
| Lista de tabelas.....                          | xi            |
| Resumo.....                                    | xiii          |
| Abstract.....                                  | xiv           |
| <br><b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                   | <br><b>1</b>  |
| <br><b>2 OBJETIVOS.....</b>                    | <br><b>6</b>  |
| <br><b>3 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>        | <br><b>8</b>  |
| <br><b>4 PACIENTES E MÉTODO.....</b>           | <br><b>25</b> |
| 4.1 Desenho do Estudo.....                     | 26            |
| 4.2 Aprovação ética.....                       | 26            |
| 4.3 Seleção dos pacientes.....                 | 27            |
| 4.3.1 Critérios de Inclusão.....               | 27            |
| 4.3.2 Critérios de Exclusão.....               | 27            |
| 4.4 Método.....                                | 27            |
| 4.5 Coleta de dados.....                       | 34            |
| 4.6 Variáveis do estudo.....                   | 34            |
| 4.6.1 Variáveis maternas.....                  | 34            |
| 4.6.2 Variáveis da gestação.....               | 35            |
| 4.6.3 Variáveis ultrassonográficas.....        | 35            |
| 4.6.4 Variáveis neonatais.....                 | 36            |
| 4.7 Cálculo do tamanho amostral.....           | 36            |
| 4.8 Análise estatística.....                   | 37            |
| <br><b>5 RESULTADOS.....</b>                   | <br><b>39</b> |
| 5.1 Caracterização da população do estudo..... | 40            |
| 5.2 Descrição das variáveis maternas.....      | 40            |

|  |           |
|--|-----------|
| 5.2.1 Idade materna e etnia.....   | 40        |
| 5.2.2 Antecedentes obstétricos.....  | 40        |
| 5.3 Descrição das variáveis da gestação.....   | 41        |
| 5.3.1 Idade gestacional na data da avaliação ultrassonográfica.....  | 41        |
| 5.3.2 Corionicidade.....   | 41        |
| 5.4 Descrição das variáveis ultrassonográficas.....  | 41        |
| 5.5 Descrição das variáveis neonatais.....   | 42        |
| 5.6 Avaliação da concordância entre os modelos avaliados e o peso ao nascimento.....   | 43        |
| 5.7 Avaliação entre as médias de diferenças entre cada modelo e o peso ao nascimento.....  | 55        |
| 5.8 Variação percentual da estimativa de peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento.....                                     | 56        |
| 5.9 Aplicação do teste t Pareado para o estudo comparativo entre os dois modelos (Hadlock e TVOL) que mais se aproximaram ao peso ao nascimento..... | 58        |
| 5.10 Elaboração de modelo associando os parâmetros AVOL/TVOL.....  | 59        |
| 5.11 Avaliação da concordância entre o novo modelo elaborado (AVOL/TVOL) e o peso ao nascimento.....   | 61        |
| 5.12 Variação percentual do peso fetal obtido pelo modelo AVOL / TVOL em relação ao peso ao nascimento.....  | 63        |
| 5.13 Aplicação do teste t Pareado para o estudo comparativo entre os dois modelos (Hadlock e AVOL/TVOL).....   | 64        |
| <b>6 DISCUSSÃO.....</b>  | <b>65</b> |
| <b>7 CONCLUSÕES.....</b>   | <b>70</b> |
| <b>8 REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>72</b> |
| <b>9 ANEXOS.....</b>   | <b>79</b> |

Fontes consultadas



## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>2D</b>           | Bidimensional  |
| <b>3D</b>           | Tridimensional   |
| <b>AVOL</b>         | <i>Arm volume</i>  |
| <b>CA</b>           | Circunferência abdominal                                     |
| <b>CC</b>           | Circunferência cefálica                                      |
| <b>CCI</b>          | Coefficiente de correlação intra-classe                      |
| <b>CF</b>           | Comprimento do fêmur   |
| <b>CU</b>           | Comprimento do úmero   |
| <b>DBP</b>          | Diâmetro biparietal  |
| <b>DOF</b>          | Diâmetro occipito-frontal                                    |
| <b>DP</b>           | Desvio padrão  |
| <b>GIG</b>          | Grande para a idade gestacional                              |
| <b>LC</b>           | Limite de concordância                                       |
| <b>LN</b>           | Logaritmo natural  |
| <b>RM</b>           | Ressonância Magnética  |
| <b>STFF</b>         | Síndrome de transfusão feto fetal                            |
| <b>TVOL</b>         | <i>Thigh volume</i>  |
| <b>UNIFESP</b>      | Universidade Federal de São Paulo                            |
| <b>VOCAL</b>        | <i>Virtual Organ Computer – aided Analysis</i>               |
| <b>XI<br/>VOCAL</b> | <i>eXtend Imagin Virtual Organ Computer – aided Analysis</i> |

## LISTA DE FIGURAS

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Figura 1 –</b>  | Modelo da página de identificação do software 4D view...   | 30 |
| <b>Figura 2 –</b>  | Colocação dos calipers nas extremidades dos membros após ter selecionado a tecla AVOL ou TVOL.....   | 30 |
| <b>Figura 3 –</b>  | Fração de volume do braço fetal, sendo representado o membro em três planos ortogonais.....  | 31 |
| <b>Figura 4 –</b>  | Delimitação manual no plano sagital do comprimento do úmero.....   | 31 |
| <b>Figura 5 –</b>  | Fração de volume do braço fetal. Representação do delineamento manual no plano axial do membro nos cinco planos correspondentes a 50% da porção média do comprimento diáfise do úmero.....               | 32 |
| <b>Figura 6 –</b>  | Fração de volume da coxa fetal, sendo representado o membro em três planos multiplanares.....  | 32 |
| <b>Figura 7 –</b>  | Delimitação manual no plano sagital do comprimento do fêmur.....   | 33 |
| <b>Figura 8 –</b>  | Fração de volume da coxa fetal. Representação do delineamento manual no plano axial do membro dos cinco planos correspondentes a 50% da porção média do comprimento diáfise do fêmur.....                | 33 |
| <b>Figura 9 –</b>  | Folha de trabalho mostrando o peso estimado do feto a partir do modelo de fração de volume do membro.....  | 34 |
| <b>Figura 10 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 43 |
| <b>Figura 11 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico..... | 44 |
| <b>Figura 12 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....         | 45 |
| <b>Figura 13 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....       | 46 |

|                    |   |    |
|--------------------|---|----|
| <b>Figura 14 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....          | 47 |
| <b>Figura 15 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....        | 48 |
| <b>Figura 16 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/ TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....      | 49 |
| <b>Figura 17 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....     | 50 |
| <b>Figura 18 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/ AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....      | 51 |
| <b>Figura 19 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....     | 52 |
| <b>Figura 20 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 53 |
| <b>Figura 21 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico..... | 54 |
| <b>Figura 22 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....     | 61 |
| <b>Figura 23 –</b> | Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/ TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....  | 62 |

## LISTA DE TABELAS

|                    |  |    |
|--------------------|--|----|
| <b>Tabela 1 –</b>  | Média de peso ao nascimento em gramas.....   | 42 |
| <b>Tabela 2 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....    | 43 |
| <b>Tabela 3 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....  | 44 |
| <b>Tabela 4 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....          | 45 |
| <b>Tabela 5 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....        | 46 |
| <b>Tabela 6 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....          | 47 |
| <b>Tabela 7 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....        | 48 |
| <b>Tabela 8 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....       | 49 |
| <b>Tabela 9 –</b>  | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....     | 50 |
| <b>Tabela 10 –</b> | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....       | 51 |
| <b>Tabela 11 –</b> | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....     | 52 |
| <b>Tabela 12 –</b> | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 53 |
| <b>Tabela 13 –</b> | Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico..... | 54 |
| <b>Tabela 14 –</b> | Avaliação da concordância entre todos os modelos estudados e o peso ao nascimento.....   | 55 |

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 15</b> – Média das diferenças entre os modelos estudados e o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 55 |
| <b>Tabela 16</b> – Média das diferenças entre os modelos estudados e o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....   | 56 |
| <b>Tabela 17</b> – Variação percentual da estimativa de peso fetal obtido por cada modelo em relação do peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....                      | 56 |
| <b>Tabela 18</b> – Variação percentual da estimativa de peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....                    | 57 |
| <b>Tabela 19</b> – Variação percentual do peso fetal obtido por cada modelo em relação do peso ao nascimento no total de casos.....   | 57 |
| <b>Tabela 20</b> – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e TVOL no grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 58 |
| <b>Tabela 21</b> – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e TVOL no grupo monocoriônico e diamniótico.....   | 58 |
| <b>Tabela 22</b> – Regressão linear para elaboração de modelo AVOL/TVOL para o grupo dicoriônico e diamniótico.....   | 59 |
| <b>Tabela 23</b> – Regressão linear para elaboração de modelo AVOL / TVOL para o grupo monocoriônico e diamniótico.....   | 60 |
| <b>Tabela 24</b> – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.....                         | 61 |
| <b>Tabela 25</b> – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.....                       | 62 |
| <b>Tabela 26</b> – Variação percentual do peso fetal obtido pelo modelo AVOL/TVOL em relação ao peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico e monocoriônico e diamniótico.... | 63 |
| <b>Tabela 27</b> – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e AVOL/TVol nos grupos dicoriônico e diamniótico e monocoriônico e diamniótico.....                                      | 64 |

## RESUMO

**Objetivos:** Predizer o peso ao nascimento de gravidezes gemelares utilizando modelos que incluíam a fração de volume de membros por meio da ultrassonografia tridimensional (3D). **Métodos:** Trata-se de estudo prospectivo transversal realizado com 51 gemiligestas com seus partos realizados em um intervalo de até 05 dias após a avaliação ultrassonográfica. Os pesos dos 102 fetos foram estimados a partir da fórmula Hadlock 4 e pelos modelos que utilizavam a fração de volume de membros. Ainda criamos novo modelo que associava fração de volume de braço (AVOL) e coxa (TVOL) para estimativa de peso ao nascimento. **Resultados:** Considerando a variação percentual em relação ao peso ao nascimento, observamos que para as gestações dicoriônicas, o modelo Hadlock apresentou média de variação de 8,45%, enquanto o modelo TVOL apresentou variação de 6,60%. Para as gestações monocoriônicas, o modelo Hadlock apresentou variação de 5,65%, enquanto o modelo TVOL apresentou variação de 6,65%. Essas diferenças não foram estatisticamente significantes ( $p=0,363$  e  $0,678$  para dicoriônica e monocoriônica, respectivamente). **Conclusão:** A estimativa de peso ao nascimento obtida pelas fórmulas que incluíam a fração de volume de membros apresentou concordância excelente com o peso ao nascimento sendo alternativa ao modelo proposto por Hadlock.

**Palavras-chave:** Gestação gemelar; ultrassonografia tridimensional; peso fetal.

## ABSTRACT

**Objectives:** To predict the birth weight of twin pregnancies using models that include fraction limb volume using three-dimensional (3D) ultrasonography. **Methods:** This was a prospective cross-sectional study with 51 pregnant women whose deliveries were performed within a range of up to 05 days after the ultrasonographic evaluation. The fetus weights were estimated from the Hadlock formula 4 and the models that used fraction limb volume. We still created a new model that associated fraction arm volume (AVOL) and thigh (TVol) to estimate birth weight. **Results:** Considering the percentage change in relation to birth weight, we observed that for the dichorionic pregnancies, the Hadlock model had a mean of 8.45% variation, while the TVol model showed a 6.60% variation. For the monochorionic pregnancies, the Hadlock model had a variation of 5.65%, while the TVol model showed a variation of 6.65%. These differences were not statistically significant ( $p = 0.363$  and  $0.678$  for dichorionic and monochorionic, respectively). **Conclusion:** The estimate of birth weight obtained by the formulas that included the fraction limbs presented excellent agreement with the birth weight being alternative to the model proposed by Hadlock.

**Keywords:** Twin pregnancy; three-dimensional ultrasonography; fetal weight.

## 1 INTRODUÇÃO

---



Nos últimos anos, a prevalência de gestações gemelares vem aumentando significativamente, alcançando a taxa de 2 a 3% de todas as gestações.<sup>(1)</sup> O uso de técnicas de reprodução assistida e a postergação da maternidade são os principais fatores que influenciaram esse crescimento.<sup>(2,3)</sup>

As gestações gemelares estão mais sujeitas a desfechos desfavoráveis, portanto, é necessário, que a frequência das consultas de assistência pré-natal seja maior e, se possível, realizada por equipe multidisciplinar. Condições como a prematuridade, restrição de crescimento intrauterino e as anomalias fetais são comuns nas gestações múltiplas, elevando o risco de mortalidade e morbidade perinatal para 3 a 7 vezes quando comparados às gestações únicas.<sup>(4)</sup> A prematuridade é desfecho em aproximadamente 55% das gestações gemelares, com consequências adversas pós-natais a curto e longo prazo.<sup>(5)</sup>

A corionicidade é fator importante no seguimento pré-natal e sua classificação deve ocorrer precocemente no primeiro trimestre da gestação, já que as gestações monocoriônicas apresentam maior propensão às complicações. Seu acompanhamento deve ser individualizado e minucioso. O compartilhamento da mesma placenta pode ocasionar um desequilíbrio hemodinâmico levando à síndrome de transfusão feto-fetal (STFF). A STFF ocorre em aproximadamente 15% das gestações monocoriônicas, com a consequente morte de pelo menos um dos fetos em 33% dos casos mesmo após terapia a laser.<sup>(6)</sup> Quando ocorre a morte de um dos fetos há grande possibilidade de dano neurológico e/ou morte do segundo feto, decorrente do intercâmbio de materiais trombóticos e hipoperfusão do feto sobrevivente.<sup>(7-9)</sup>

---

A discordância de peso entre os fetos, independentemente da corionicidade da gestação, também tem se mostrado como fator predisponente para elevação da mortalidade perinatal. Estudos evidenciam que quando há uma discordância de peso igual ou maior que 25% há aumento de aproximadamente 5 a 6% na mortalidade fetal intrauterina<sup>(10)</sup> e desfecho desfavorável no período neonatal com maior incidência de índice de Apgar <7 no 5º minuto.<sup>(11)</sup>

Quando comparados os pesos de fetos de gestações gemelares aos de gestações únicas, observa-se que os fetos de gestações gemelares possuem peso menor que os fetos de gestações únicas, principalmente a partir do final do segundo trimestre. Sabe-se que esta variação entre os pesos inicia-se por volta de 28 semanas e com 38 semanas o percentil 50 para uma gestação gemelar corresponde ao percentil 10 para uma gestação única<sup>(12)</sup>, porém essa diferença não parece aumentar a mortalidade neonatal e sim ser uma adaptação para o ganho de tempo de gestação. Portanto, advoga-se que o menor peso de fetos gemelares, quando comparados ao de gestações únicas, possa ser fisiológico desta condição.

Um em cada quatro recém-nascidos frutos de gestações gemelares nasce com peso abaixo do percentil 10 se avaliados por tabelas para gestações únicas.<sup>(13)</sup>

Ainda quando consideramos a corionicidade, observamos que os fetos provenientes de gestações dicoriônicas apresentam, em média, peso e biometrias maiores que os fetos frutos de gestações monocoriônicas. A avaliação do peso e biometria fetal por tabelas específicas para gestações gemelares e que consideram a corionicidade da gestação têm se mostrado como uma boa prática no seguimento pré-natal.<sup>(14)</sup>

---

A acurácia na estimativa do peso fetal é de suma importância para o acompanhamento do pré-natal e o estudo ultrassonográfico tem sido a principal ferramenta para esta avaliação.

Antes do advento da ultrassonografia, a avaliação do desenvolvimento fetal era baseada apenas no exame físico através da medida da altura uterina. Com o surgimento da ultrassonografia, esta avaliação ficou mais fidedigna, podendo-se, assim, estimar o peso fetal.

Inicialmente, na década de 1970, Ianniruberto e Gibbons<sup>(15)</sup> baseavam-se na medida isolada do diâmetro biparietal (DBP) para realizar a estimativa do peso fetal. Posteriormente, Campbell e Willkin<sup>(16)</sup> utilizaram apenas a medida da circunferência abdominal (CA). Porém, os resultados não foram muito fiéis ao compará-los com o peso real dos recém-nascidos.

Na década de 1980, estudos de Hadlock et al.<sup>(17)</sup> demonstraram que a utilização de modelos para estimativa de peso que associassem medidas do polo cefálico (DBP, DOF - diâmetro occipito-frontal e CC – circunferência cefálica), CA e comprimento do fêmur (CF) tinham melhor acurácia que as fórmulas anteriores, sendo esses modelos ainda os mais utilizados para realização da estimativa de peso fetal.

Apesar da sua melhor acurácia, o uso da ultrassonografia bidimensional (2D) com três ou mais medidas, pode gerar variações de até 15% em relação ao peso real do feto existindo uma tendência em superestimar o peso em fetos menores e subestimar o peso em fetos grandes para a idade gestacional (GIG). Dudley realizou revisão sistemática com 11 modelos de predição de peso fetal e concluiu que não existe um método preferencial, devido à grande margem de variação. Na prática o intervalo de confiança de 95% excede 14% do peso real em todas as fórmulas.<sup>(18)</sup>

---

A ultrassonografia tridimensional (3D) trouxe um novo horizonte na avaliação do desenvolvimento do feto tornando possível verificar seu estado nutricional. A ultrassonografia 3D tem como vantagem visibilizar blocos de volumes em imagens multiplanares, permitir que órgãos ou estruturas curvas possam ser vistas em uma única imagem, as quais podem ser rodadas e armazenadas para avaliações futuras e determinar, mais precisamente, o volume de qualquer órgão ou objeto de formato irregular.

No início dos anos 2000, Lee et al.<sup>(19)</sup> introduziram um novo parâmetro 3D, a “fração de volume” de membros. Baseado na avaliação do volume de 50% do comprimento da diáfise do osso (braço ou coxa), o método tem como vantagem a redução do tempo gasto para a realização do exame, além de maior acurácia na medida do volume visto que as epífises, as quais estão mais sujeitas à artefatos de transmissão, foram excluídas.

Se a avaliação do peso fetal em gestações únicas ainda é subótima, em gestações gemelares se torna um desafio. A dificuldade técnica na avaliação das partes fetais, principalmente no final do terceiro trimestre, gera estimativas de peso imprecisas.

O volume dos membros fetais é considerado um marcador do estado nutricional do feto. A fração de volume de membros é constituída pela fração do volume do braço e coxa e é obtida a partir da análise de cinco fatias da porção mais central desses ossos.<sup>(19)</sup> Por ser método seguro, acessível, com boa reprodutividade e acurácia para estimativa de peso dos fetos em gestações únicas, seu uso em gestações gemelares parece ser uma ferramenta importante na assistência pré-natal.

---

## **2 OBJETIVOS**

---

---

Os objetivos do presente estudo são:

- Estimar o peso ao nascimento de gravidezes gemelares utilizando modelos que incluam a fração de volume de braço e coxa por meio da ultrassonografia tridimensional.
  - Comparar a estimativa do peso ao nascimento por meio dos modelos que utilizam parâmetros tridimensionais como fração de volume de braço e coxa com a fórmula proposta por Hadlock et al.<sup>(17)</sup>
  - Elaborar nova fórmula associando a fração de volume da coxa e do braço pela ultrassonografia tridimensional para estimativa de peso ao nascimento.
-

### **3 REVISÃO DA LITERATURA**

---

Na literatura consultada na base de dados Medline/Pubmed não identificamos até o momento desta publicação nenhum artigo que estimasse o peso ao nascimento em gravidezes gemelares utilizando a fração de volume da coxa e do braço por meio da ultrassonografia 3D. Para elaboração da análise da literatura, selecionamos artigos relevantes que utilizaram a ultrassonografia 2D para estimar o peso de gestações gemelares. Outrossim, analisamos artigos que empregaram a ultrassonografia 3D para estimar o peso de fetos em gravidez única utilizando a fração de volume da coxa e braço.

Sabe-se que as gestações gemelares apresentam padrão de crescimento diferente quando comparadas às gestações únicas. Também se observa essa discrepância quando comparados os parâmetros biométricos e estimativas de peso dos fetos em relação à corionicidade, sendo evidenciado padrão de crescimento diferente mesmo entre as gestações gemelares.<sup>(14,20,21)</sup>

Em 2014 foi publicado estudo extenso de um período de 10 anos que incluiu 293 gestações gemelares e 4.280 gestações únicas. Das gestações gemelares, 80,5% eram dicoriônicas e 19,5% eram monocoriônicas. Foram estimados os pesos dos fetos em um período anterior ao parto em até 48 horas utilizando 33 modelos ultrassonográficos, sendo que apenas um deles era específico para gestações gemelares.<sup>(9)</sup> O erro percentual em relação ao peso ao nascimento foi calculado. Nas gravidezes únicas, o erro percentual foi menor que 10% em 25 fórmulas avaliadas e nas gestações gemelares em apenas 3 destes modelos. As fórmulas mais acuradas foram as que eram construídas a partir ao menos de 02 parâmetros biométricos apresentando

---



um erro percentual absoluto de 11,1% para as gestações gemelares e de 8,24% para as gestações únicas. No caso das gestações gemelares, a fórmula Hadlock 2 apresentou melhores resultados. O pior modelo foi o que era constituído apenas pela medida do CF. Os modelos apresentaram melhor desempenho em fetos maiores.<sup>(22)</sup>

A ressonância magnética (RM) tem se apresentado como método confiável e acurado como instrumento para estimativa de peso fetal. Recentemente foram comparadas as estimativas de pesos fetais em 33 gestações gemelares (66 fetos) obtidas a partir da RM e da ultrassonografia 2D em um período de até 48 horas anteriores ao parto. A estimativa de peso via ultrassonográfica foi obtida a partir do modelo de Hadlock.<sup>(17)</sup> O volume planimétrico dos fetos para sua estimativa de peso foi analisado por meio da RM o que levou entre 15 e 45 minutos para as gestações gemelares. O estudo demonstrou um erro relativo em relação ao peso ao nascimento de 6,8% quando utilizada a ultrassonografia 2D e de 3,2% quando a RM foi utilizada. Sumarizando, o erro relativo para o peso estimado pela ultrassonografia foi maior que 10% em 37,9% dos fetos comparados com apenas 6,1% dos fetos quando utilizada a RM.<sup>(23)</sup> Apesar dos resultados obtidos pela RM apresentarem melhor acurácia e parecer não ser influenciada pelo índice de massa corporal materna ou pela posição dos fetos, este método ainda é pouco acessível na realidade do Brasil.

Devido a este padrão de crescimento fetal peculiar nas gestações gemelares, vários autores defendem o uso de tabelas específicas para esses casos.<sup>(24)</sup>

---

Estudo prospectivo recente buscou estabelecer curvas de referência longitudinais para avaliação ultrassonográfica da biometria fetal e parâmetros de crescimento nas gestações gemelares. Foram avaliadas 200 gestações gemelares diamnióticas não complicadas, sendo que essas pacientes foram recrutadas antes de 21 semanas. Dessas pacientes, 75 foram excluídas do estudo devido ao abandono do acompanhamento ou complicações obstétricas. Ultrassonografias foram realizadas a cada três semanas, sendo aferidos o DBP, DOF, CC, CA e CF. Também foram avaliados o índice cefálico e relações CC/CA, CF/CA e a estimativa do peso dos fetos pela fórmula de Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Um total de 807 exames ultrassonográficos foram realizados em 125 gestações gemelares entre 14 e 38 semanas de gestação. A análise estatística foi baseada em modelo de múltiplos níveis, considerando as medidas obtidas de um mesmo feto em ocasiões diferentes, variações entre os fetos na mesma gestação e variações em diferentes gestações. Definiram-se valores para diferentes percentis no segundo e terceiro trimestres da gestação. Demonstrou-se boa correlação entre todas as variáveis e a idade gestacional. Concluiu-se que a biometria fetal e os parâmetros de crescimento eram significativamente correlacionados com a idade gestacional em gestações gemelares.<sup>(25)</sup>

Em outro estudo atual, transversal e retrospectivo foram avaliadas 157 gestações monócóricas e 176 gestações dicóricas entre 14 e 38 semanas de gestação entre o período de agosto de 2006 a maio de 2013. Foram realizadas medidas do DBP, CA e CF além da estimativa do peso fetal pela fórmula de Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Foram criadas curvas de referência para gestações monócóricas e dicóricas em função da idade gestacional, sendo determinados os percentis 5, 50, e 95 para cada

---

idade gestacional. Apesar de terem sido inicialmente selecionadas 582 gestantes, 208 pacientes foram excluídas devido ao desconhecimento da corionicidade da gestação e outras 40 pacientes por falta de obtenção de algum parâmetro. Verificou-se forte correlação entre os parâmetros biométricos tanto nas gestações monocoriônicas quanto nas dicoriônicas com a idade gestacional. Diferenças significativas foram observadas. Os dados demonstraram que os fetos de gestações dicoriônicas apresentaram parâmetros biométricos e pesos estimados maiores que os fetos de gestações monocoriônicas.<sup>(14)</sup>

Ainda considerando a corionicidade da gestação, estudo retrospectivo canadense criou curva de crescimento a partir da avaliação de 642 fetos e também demonstrou que as gestações monocoriônicas apresentaram fetos menores que as gestações dicoriônicas.<sup>(26)</sup>

Stirrup et al também buscaram criar uma curva de crescimento para gestações dicoriônicas e monocoriônicas e compará-las com curvas para gestações únicas. Este estudo retrospectivo focou na avaliação dos parâmetros biométricos nos segundo e terceiro trimestres de gestação, analisando um total de 9.866 exames ultrassonográficos em 1.802 gestações dicoriônicas e 323 monocoriônicas. Observou-se que para o período entre 20 e 30 semanas o grupo dicoriônico apresentou resultados bem próximos aos das gestações únicas. Após as 30 semanas houve uma diminuição nas medidas das variáveis biométricas principalmente para a CA e CC. Observou-se que para o grupo monocoriônico as medidas das variáveis biométricas, quando comparado ao grupo dicoriônico, foram menores em todos os períodos gestacionais.<sup>(27)</sup>

---

Considerando gestações gemelares com quadro de insuficiência placentária, foram analisadas retrospectivamente 47 gestantes com diástole ausente ou reversa na artéria umbilical em um dos fetos. A medida da CA e estimativa de peso fetal proposta por Hadlock et al foram buscadas no momento do diagnóstico da alteração do Doppler. Valores de zeta-escore foram calculados considerando as curvas de crescimento propostas por Hadlock et al.<sup>(17)</sup>, Araujo et al.<sup>(14)</sup>, Liao et al.<sup>(25)</sup>, Ong et al.<sup>(9)</sup> e Stirrup et al.<sup>(27)</sup> Observou-se que 80% dos fetos com diástole ausente ou reversa na artéria umbilical encontrava-se com peso abaixo do percentil 10 e apenas 30% dos fetos que apresentavam Doppler normal. O sexo masculino apresentou valores de zeta-score maiores que os fetos de sexo feminino. Apesar de muito utilizada a curva de Hadlock et al na avaliação das gestações gemelares, este estudo demonstrou que seu uso pode trazer um aumento de aproximadamente 10% dos fetos classificados abaixo do percentil 10. Esses dados demonstraram que seria adequado o uso de curvas específicas nas gestações gemelares com insuficiência placentária.<sup>(28)</sup>

Há resistência no uso dessas curvas específicas por alguns serviços por poderem passar uma falsa sensação de segurança.<sup>(13)</sup>

Sabe-se que a discordância entre os pesos dos fetos gemelares também é assunto estudado exhaustivamente. Apesar de ser um achado comum nas gestações múltiplas, muitas vezes consideradas como evento fisiológico, grandes discrepâncias estão comumente associadas a consequências desfavoráveis durante a gestação, como: óbito fetal e neonatal e parto pré-termo. Estudo retrospectivo realizado na Inglaterra em nove hospitais por um período de 10 anos avaliou um total de 2.161 gestações gemelares. A discordância de pesos entre os fetos foi calculada

---

pela fórmula  $100 \times (\text{peso estimado do feto maior} - \text{peso estimado do feto menor}) / \text{feto maior}$ , enquanto a discordância entre os pesos dos recém-nascidos foi calculada pela fórmula  $100 \times (\text{peso do recém-nascido maior} - \text{peso do recém-nascido menor}) / \text{peso do recém-nascido maior}$ . A diferença de peso ao nascimento dos recém-nascidos e entre os pesos estimados entre os fetos foram relacionadas com óbito fetal e neonatal de um ou de ambos os fetos. Verificou-se que a perda neonatal estava fortemente relacionada às discordâncias de pesos ao nascimento igual ou maior a 25%, sendo que a acurácia era similar quando usado o parâmetro de peso ao nascimento ou estimativa de peso fetal por meio da avaliação ultrassonográfica. Concluiu-se, então, que a discordância igual ou maior a 25% entre a estimativa dos pesos dos fetos é um ponto de corte ótimo para a predição de óbito fetal e neonatal, independentemente da corionicidade da gestação ou da avaliação isolada do tamanho de um dos fetos.<sup>(29)</sup>

Algumas características observadas no exame de ultrassonografia em gestações gemelares chamam a atenção como fator de risco para discordância de peso entre os fetos. Dentre elas estão a inserção periférica de um dos cordões, monocorionicidade, discordância entre os sexos dos fetos, nuliparidade e gestações proveniente de técnicas de reprodução assistida.<sup>(13)</sup>

Tendo em vista o alto índice de intercorrências pré-natais e perinatais relacionadas ao desvio de crescimento de fetos provenientes de gestações gemelares, é de suma importância a busca de método seguro para estimativa de peso e avaliação de parâmetros biométricos nestas gestações. A ultrassonografia tem se mostrado como principal ferramenta para essa finalidade.

---

Os modelos mais utilizados, mesmo nos dias, atuais com o objetivo de estimar o peso fetal tanto em gestações únicas quanto em gestações gemelares são os publicados por Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Este estudo demonstrou que o uso de três ou mais parâmetros biométricos para estimativa de peso apresentavam melhores resultados que o modelo que utilizava apenas dois parâmetros, (DBP) e (CA), descrito anteriormente por Shepard et al.<sup>(30)</sup> Regressões foram criadas utilizando medidas do polo cefálico, fêmur e abdome, assim como demonstrado no quadro 1.<sup>(17)</sup>

**Quadro 1** – Regressões para construção de modelos para estimativa de peso fetal propostos por Hadlock et al.<sup>(17)</sup>

| PARAMETROS FETAIS           | REGRESSÕES   |
|-----------------------------|--|
| CA e CF (modelo 1)          | $\text{Log10 peso} = 1.304 + 0.05281 \text{ CA} + 0.1938 \text{ FE} - 0.004 \text{ CA} \times \text{CF}$   |
| DBP, CA e CF (modelo 2)     | $\text{Log10 peso} = 1.335 - 0.0034 \text{ CA} \times \text{CF} + 0.0316 \text{ DBP} + 0.0457 \text{ CA} + 0.1623 \text{ CF}$  |
| CC, CA e CF (modelo 3)      | $\text{Log10 peso} = 1.326 - 0.00326 \text{ CA} \times \text{CF} + 0.0107 \text{ CC} + 0.0438 \text{ CA} + 0.158 \text{ CF}$   |
| DBP, CC, CA e CF (modelo 4) | $\text{Log10 peso} = 1.3596 - 0.00386 \text{ CA} \times \text{CF} + 0.0064 \text{ CC} + 0.00061 \text{ BPD} \times \text{AC} + 0.0424 \text{ AC} + 0.174 \text{ CF}$ |

Apesar de vários estudos buscando novos modelos para melhora da acurácia da estimativa de peso fetal, revisão sistemática com 11 fórmulas mais comumente utilizadas mostrou resultados desanimadores evidenciando uma margem de variação que pode exceder 14% quando comparados com o peso real do recém-nascido.<sup>(18)</sup> Algumas condições podem estar associadas a essa redução da acurácia na predição de peso ao nascimento como a insinuação do polo cefálico, movimentos respiratórios do feto, contrações uterinas e oligoâmnio.

Já em 1985, estudo de volumetria de membros usando a ultrassonografia 2D foi proposto por Jeanty et al.<sup>(31)</sup> em busca de uma melhor acurácia na estimativa do peso fetal. Este novo método traria a possibilidade de avaliar o estado nutricional do feto. Essa avaliação não foi bem sucedida, já que se assumiu que o formato do membro seria cilíndrico.

Com o surgimento da ultrassonografia 3D, observou-se uma melhoria na avaliação de várias estruturas de difícil análise por suas formas irregulares. Com isso, o estudo volumétrico dos membros, já iniciado anteriormente por meio do método 2D, teve um avanço importante com essa nova ferramenta.

No início da década de 1990, Favre et al.<sup>(32)</sup> deram sequência a realização da volumetria dos membros, porém agora utilizando a ultrassonografia 3D. Tendo em vista que este método possibilita realização de medidas acuradas de estruturas regulares e irregulares, neste estudo foi possível obter o plano sagital e transversal dos membros simultaneamente, sendo que a circunferência do braço e coxa puderam ser medidas no ponto médio do osso. Um total de 157 gestações únicas foram investigadas em um estudo tipo transversal. Todas as pacientes tiveram seus partos dentro de sete dias após a avaliação. Em cada feto, sete variáveis foram verificadas: DBP, CC, diâmetro abdominal transversal, CA, CF, circunferência da coxa e circunferência do braço. As pacientes foram divididas em três subgrupos de acordo com o percentil da CA (percentil <10, percentil entre 10 e 90 e percentil >90), pois essa variável estava fortemente relacionada com o peso fetal. Os dados obtidos sugeriram que a medida da circunferência da coxa melhorou a estimativa de peso para os fetos com quadro de restrição de crescimento e que a

---

medida da circunferência do braço melhorou a estimativa de peso para os outros fetos.<sup>(32)</sup>

Posteriormente, estudo realizado pelos mesmos autores, buscava avaliar a aplicabilidade e reprodutibilidade do estudo anterior. Nesta ocasião foram examinadas 213 gestações únicas. Foram realizadas as mesmas medições e utilizadas as mesmas fórmulas do estudo anterior. Os resultados confirmaram o que foi evidenciado anteriormente. Além disso, houve bons resultados para estimativa de peso em fetos grandes para a idade gestacional.<sup>(33)</sup>

Apesar do intuito da avaliação nutricional do feto, os resultados ainda eram precários já que o plano seccionado do membro parecia não ser o ponto mais central, assim, não representando a região com maior acúmulo de gordura.

Tentando transpor essa dificuldade, Liang et al.<sup>(34)</sup> realizaram estudo com 105 gestantes com fetos únicos em um período de até 48 horas anteriores ao parto. Os pesos destes fetos foram analisados pelos parâmetros 2D e 3D. Esses autores trouxeram à tona o conceito da técnica multiplanar para cálculo de volume do braço. A técnica multiplanar consistia na varredura com transdutor 3D da região do braço, tendo como referência o comprimento da diáfise do úmero. Assim, deslocava-se o cursor em intervalos de 3,0 mm no eixo sagital, enquanto era delineada manualmente a superfície externa do membro fetal no eixo axial. Ao final do delineamento, o aparelho fornecia automaticamente o volume do membro. Os resultados provenientes da avaliação tridimensional apresentaram boa correlação com o peso ao nascimento do recém-nascido, apresentando esta fórmula melhor acurácia que as fórmulas que utilizavam exclusivamente parâmetros bidimensionais.<sup>(34)</sup>

---



Em 1997, Chang et al.<sup>(35)</sup> deram início a realização da volumetria da coxa pelo método multiplanar. Foram avaliados 100 fetos únicos, pelos métodos 2D e 3D e os partos ocorreram em até 48 horas após a avaliação ultrassonográfica. A fórmula que fez uso da volumetria por meio da ultrassonografia 3D apresentou os menores valores de erros na predição do peso fetal quando comparado com o peso real do recém-nascido, sendo considerada superior às outras fórmulas utilizadas.<sup>(35)</sup>

Dando sequência aos estudos de volumetria, Shild et al.<sup>(36)</sup> associaram o volume do abdome com as já estudadas volumetrias de braço e coxa apresentando melhores resultados que o uso isolado de parâmetros 2D.

O inconveniente da técnica multiplanar realizada nesses estudos foi a questão do tempo de execução do exame. Como as medidas do volume da coxa foram realizadas com intervalos de 3,0 mm, a avaliação completa levava de 10 a 15 minutos, sendo uma limitação para sua aplicação na prática clínica.

Buscando otimizar o tempo da técnica multiplanar, Song et al.<sup>(37)</sup> propuseram utilizar apenas três planos na avaliação do plano sagital do fêmur localizadas nas porções distal, média e proximal da diáfise do osso. Esta técnica modificada levava apenas dois minutos para avaliação do volume do membro. Neste estudo foram avaliadas 84 gestantes que tiveram seus partos em um período não superior a 48 horas. Além da avaliação 3D foram realizadas as medidas 2D tradicionais para fins comparativos entre os métodos. Concluiu-se que o volume da coxa avaliado pelo método multiplanar utilizando apenas três planos da diáfise do fêmur apresentou melhor acurácia quando comparado às fórmulas tradicionais 2D além do tempo de execução ser menor quando comparado ao método multiplanar com intervalos de 3 mm.<sup>(37)</sup>

---

A primeira curva de normalidade de volume de braço fetal foi criada por Chang et al.<sup>(38)</sup> Os autores avaliaram 206 gestantes entre 20 e 40 semanas e verificaram que o volume do braço estava fortemente relacionado a idade gestacional, sendo possível usar esta curva como avaliação do estado nutricional e do crescimento do feto.<sup>(38)</sup> Esses mesmos autores também criaram uma curva de referência para o volume da coxa fetal no ano seguinte, além de concluírem que o volume de braço e coxa fetais serem bons preditores de restrição do crescimento fetal.<sup>(39,40)</sup>

Tendo em vista que as curvas de referência para o volume do braço e coxa fetais baseavam-se em uma população etnicamente homogênea, já que se tratavam de estudos desenvolvidos em Taiwan, pesquisadores da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP) criaram curva com base na população heterogênea brasileira. Foram avaliadas 425 gestantes saudáveis entre 20 e 40 semanas, em estudo transversal. Foram aferidos o volume do braço e coxa fetais por meio da ultrassonografia 3D usando o método XI VOCAL (*eXtended Imaging Virtual Organ Computer-aided AnaLysis*), sendo possível definir os percentis 5, 10, 15, 25, 50, 75, 90 e 95 para cada idade gestacional, verificando-se boa reprodutibilidade intra e interobservador.<sup>(41,42)</sup>

Estes mesmos autores compararam os métodos tridimensionais multiplanar e XI VOCAL. Em estudo transversal, foram avaliadas 40 gestantes saudáveis entre 20 e 40 semanas de gestação. O volume dos membros foi calculado pelo método multiplanar (intervalos de 5,0 mm entre os planos) e XI VOCAL (5, 10, 15 e 20 planos), não se observando diferenças estatisticamente significativas entre os dois métodos.<sup>(43)</sup>

Ainda seguindo essa mesma linha de pesquisa, foi realizado estudo transversal com 150 mulheres com gestações únicas com idades

---

gestacionais entre 30 e 42 semanas, com o parto programado em um período de até 48 horas. Foram comparadas as técnicas para aquisição de volume da coxa fetal pelo método multiplanar (3,0 mm entre os planos) e VOCAL (*Virtual Organ Computer-aided AnaLysis*) com ângulo de rotação de 30° (seis planos sequenciais e adjacentes). Os resultados não demonstraram diferenças significativas entre as fórmulas e apresentaram boa reprodutibilidade.<sup>(44)</sup>

Um estudo transversal buscou estimar o peso fetal baseado no volume de braço e coxa fetais na população heterogênea brasileira. Foram avaliadas 89 pacientes com gestações únicas que tinham seus partos programados em um período não superior a 48 horas após a avaliação, sendo que apenas 81 foram incluídas no estudo. Primeiramente foram obtidas as medidas bidimensionais (DBP, CC, CA, CF e comprimento do úmero - CU), além da aferição do volume de líquido amniótico, sendo estimado o peso pelas fórmulas de Shepard et al.<sup>(30)</sup> e Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Posteriormente foram avaliados o volume da coxa e braço fetais através da ultrassonografia 3D multiplanar com intervalos de 5 mm. O peso estimado através dos parâmetros isolados do volume da coxa e braço fetais apresentaram melhor acurácia quando comparado às fórmulas de Shepard et al.<sup>(30)</sup> e Hadlock et al.<sup>(17)</sup>, porém apenas apresentando diferença significativa em relação à fórmula de Shepard et al.<sup>(30)</sup> A melhor fórmula obtida foi a proveniente da combinação do volume do braço e coxa fetais mas novamente sendo observada apenas uma diferença significativa em relação à fórmula de Shepard et al.<sup>(30)</sup> Para avaliar a reprodutibilidade intraobservador, 20 amostras randomizados dos volumes dos membros foram aferidas novamente. Um segundo examinador avaliou as amostras pela terceira vez com o objetivo de se obter a variação interobservador. O método apresentou uma alta reprodutibilidade intra e interobservador.<sup>(45)</sup>

---

Esses mesmos autores realizaram estudo transversal que buscou estimar o peso ao nascimento através da avaliação 3D do volume de membros associados às medidas 2D de CA e CF. Foram incluídas no estudo 78 pacientes com gestações únicas e com seus partos realizados em até 48 horas após a avaliação. Durante o exame ultrassonográfico foram realizadas as medidas 2D (DBP, CC, CA, CF e CU) além da medida do líquido amniótico, sendo que a estimativa de peso era feita pelas fórmulas de Shepard et al.<sup>(30)</sup> e Hadlock et al.<sup>(17)</sup> O volume do braço e coxa fetais foram avaliados por meio da ultrassonografia 3D pelo modo multiplanar com intervalos de 5 mm. Determinaram-se várias fórmulas para predição de peso utilizando os parâmetros 2D e 3D, sendo que essas fórmulas foram comparadas às fórmulas de Shepard et al.<sup>(30)</sup> e Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Concluiu-se que a fórmula que utilizava o volume de braço e coxa fetais, CA e CF, obteve os melhores resultados com uma diferença significativa em relação à fórmula de Shepard et al.<sup>(30,46)</sup>

Apesar de bons resultados, a volumetria de membros ainda parecia ser pouco atrativa, pois nem sempre seria possível a visualização das extremidades ósseas, prejudicando, assim, a acurácia da medida.<sup>(19)</sup> Levando-se em consideração que o estado nutricional do feto está diretamente relacionado à quantidade de tecido mole e sua avaliação é sofrível por imagens 2D, sua quantificação seria útil na distinção de restrição de crescimento intrauterino dos fetos pequenos para idade gestacional. Com isso, um novo conceito foi introduzido por Lee et al.<sup>(19)</sup> o de fração de volume de membros.

O conceito desta nova técnica é baseado na avaliação do volume de 50% do comprimento da diáfise do fêmur ou úmero. Assim, a partir da visualização do plano ortogonal do membro, é acionado o modo

---

multiplanar. Os calipers são colocados na extremidade do membro e o software do aparelho automaticamente calcula o ponto médio do membro, gerando uma sequência de cinco planos a serem delineados manualmente em sua superfície externa no eixo axial, resultando assim, o volume do membro.<sup>(35)</sup> Este estudo buscou introduzir a fração de volume de membros como novo parâmetro ultrassonográfico. Assim, foram avaliados 100 fetos, por meio da ultrassonografia 2D e 3D em até quatro dias antes do nascimento. Foram avaliadas as frações de volume de membros e vários modelos de predição de peso foram desenvolvidos. Em 30 fetos esses novos modelos foram comparados à fórmula de Hadlock et al.<sup>(17)</sup>, sendo que em 20 desses fetos foi possível prever o peso com até 5% de diferença do peso real. O melhor modelo encontrado para a estimativa de peso foi a associação entre a circunferência abdominal e fração do volume da coxa. Este estudo demonstra a importância da inclusão de partes moles do membro nas fórmulas para melhor avaliação do estado nutricional do feto.<sup>(19)</sup>

A maioria dos modelos de predição de peso não enfatizavam as mudanças na deposição de gordura e variação de tecidos moles durante o período gestacional. Assim, Lee et al.<sup>(47)</sup> concluíram que não era possível realizar com efetividade a avaliação do estado nutricional fetal levando em consideração apenas uma única medida (estudo transversal), já que o crescimento fetal tratava-se de um complexo processo de desenvolvimento que envolvia alterações durante todo o período gestacional. Em estudo prospectivo e longitudinal foram avaliadas 22 gestantes por meio da ultrassonografia 2D e 3D. Foram realizadas ultrassonografias a partir de 19 semanas com um intervalo de 3 a 4 semanas. Foram obtidas a fração do volume da coxa, além das medidas convencionais 2D. Observou-se, então,

---

um importante aumento de deposição de tecido subcutâneo e músculo na coxa fetal após a 28ª semana de gestação. Evidenciou-se, desta forma, que a fração de volume da coxa seria um bom marcador para avaliação do estado nutricional sendo importante no diagnóstico de macrosomia e restrição de crescimento. O padrão mais usado para avaliação da nutrição do feto considera apenas o peso estimado classificado em percentis, ou seja, pequeno para a idade gestacional (< percentil 10), adequado para a idade gestacional (percentis 10 a 90) e grande para a idade gestacional (> percentil 90 ou 97), não diferenciando os fetos desnutridos dos pequenos constitucionais. Assim, Lee et al.<sup>(48)</sup> realizaram estudo avaliando 387 gestantes entre 18 e 42 semanas de gestação e criaram curvas de referência da fração de volume do braço e coxa para cada idade gestacional considerando percentis (5, 10, 25, 50, 75, 90 e 95) com o objetivo de avaliar o estado nutricional do feto.<sup>(48)</sup> Conclui-se que este método apresentava boa acurácia no acompanhamento de fetos desnutridos, já que poderia ser obtido rapidamente e possuía boa reprodutibilidade.<sup>(48)</sup>

Posteriormente, outros estudos foram realizados para comparação e validação das curvas de referência criadas anteriormente. Em estudo com mulheres chinesas, foram avaliadas 290 gestações únicas em um período de até cinco dias anteriores ao parto, as quais foram divididas em dois grupos. Cem mulheres foram designadas ao grupo de desenvolvimento de modelos e 190 mulheres foram recrutadas para a validação desses modelos. Foram realizadas as medidas convencionais 2D e após foi realizado a captação da fração de volume da coxa de acordo com o método descrito por Lee et al.<sup>(19)</sup> A circunferência média da coxa também foi avaliada usando o método multiplanar. Concluiu-se que o modelo baseado na fração do volume da coxa, associado ao DBP, CA e CF apresentava

---

melhores resultados para predição de peso ao nascimento que a fórmula de Hadlock et al.<sup>(17,49)</sup>

Considerando a boa acurácia do método tridimensional utilizando a fração de volume de membros, estudo prospectivo que avaliou 271 fetos buscou criar novos modelos associando os parâmetros 2D a fração de volume de braço e coxa fetais em um período até 04 dias anteriores ao parto, sendo criados vários modelos para realizar a estimativa de peso fetal. As fórmulas que estimaram os pesos mais próximos ao peso ao nascimento foram as que utilizaram os parâmetros 2D (DBP e CA) associados ao parâmetro 3D (fração de volume do braço) e os parâmetros 2D (DBP e CA) associados ao parâmetro 3D (fração de volume da coxa).<sup>(50)</sup>

Em 2013 Lee et al.<sup>(51)</sup> buscaram validar o método para estimativa de peso fetal por meio da ultrassonografia 3D. Nesta ocasião, foram avaliadas 164 mulheres com gestações únicas em um período de até 04 dias anteriores ao parto. Assim, foi confirmado que o melhor modelo avaliado foi o que era constituído pela fração do volume da coxa associado ao DBP e CA.<sup>(51)</sup>

A reprodutibilidade da aferição de volume de órgãos e membros, incluindo a fração de volume da coxa, foi testada por meio da ultrassonografia 3D a partir da avaliação interobservador e intraobservador durante o segundo e terceiro trimestre de gestação. Nesta investigação foram avaliadas 58 fetos entre 21 e 39 semanas de gestação e observou-se ótima reprodutibilidade na avaliação da fração de volume da coxa.<sup>(52)</sup>

---

## **4 PACIENTES E MÉTODO**

---



#### **4.1 Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo prospectivo transversal que foi realizado no Ambulatório de Gravidez Múltipla do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP.

Foram selecionadas 51 gemeligestas acompanhadas neste Ambulatório e que tiveram seus partos realizados no Hospital São Paulo em um intervalo de até 05 dias após a avaliação ultrassonográfica. Foram coletados blocos tridimensionais de fração de volume de membros de 102 fetos entre outubro de 2015 e junho de 2018. Após o parto, os recém-nascidos foram assistidos por neonatologistas que, após os cuidados iniciais, verificaram o índice de Apgar no 1º e 5º minuto e realizaram a aferição do peso em balança eletrônica da marca BP Baby® (Filizola Beyond Technology, São Paulo, Brasil) com divisões de 5,0 gramas.

#### **4.2 Aprovação ética**

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIFESP com o número 0909/2015 (Anexo 1). As pacientes foram esclarecidas sobre o estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo 2).

---

### **4.3 Seleção dos pacientes**

#### **4.3.1 Critérios de Inclusão**

- Gestações gemelares com ambos os fetos vivos.

#### **4.3.2 Critérios de Exclusão**

- Gestações múltiplas com mais de dois fetos
- Fetos com anomalias estruturais.

### **4.4 Método**

Ultrassonografias 2D e 3D por via transabdominal foram realizadas com a paciente em posição de decúbito dorsal elevado. Os exames de ultrassonografia foram realizados no Setor de ultrassonografia 3D do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP por meio de um transdutor convexo volumétrico de varredura automática (RAB 3–5L), acoplado ao aparelho Voluson E8 Expert (General Electric, Medical System, Zipf, Austria).

Apenas um examinador (VMC) realizou as avaliações. Foi identificado como Feto 1, aquele que estivesse em posição mais insinuada e como Feto 2, o menos insinuado em relação ao orifício interno do colo uterino. Durante a avaliação, foi realizada uma avaliação 2D verificando a biometria dos fetos (CC, DBP, CA, CF e CU), quantificação do volume de líquido amniótico e estimativa de peso pela fórmula 4 de Hadlock constituída pelos parâmetros DBP, CC, CA e CF conforme o logaritmo:

---

---

$$\text{Log10 peso} = 1.3596 - 0.00386 \text{ CA} \times \text{CF} + 0.0064 \text{ CC} + 0.00061 \text{ DBP} \times \text{CA} \\ + 0.0424 \text{ CA} + 0.174 \text{ CF}^{(17)}$$

Como pré-processamentos para a aquisição volumétrica, otimizamos a imagem 2D de forma a se obter o melhor volume 3D, como: controle de ganho, profundidade, foco, modo harmônico e *zoom*.

Foi realizada a avaliação 3D pela técnica da fração de volume de membros.<sup>(19)</sup> Optamos por avaliar o membro mais próximo do transdutor de cada feto, por não haver diferença estatística entre ambos.<sup>(41,42)</sup> O membro de interesse em seu plano sagital ocupou dois terços da tela. Foi ativada a tecla 3D, em ângulo de abertura de 85° aparecendo uma janela (BOX) de forma a englobar toda a diáfise do úmero ou fêmur (ROI – região de interesse). A varredura levou aproximadamente 10 segundos. A partir da visibilização do plano ortogonal do membro, foi acionado o modo multiplanar. Os calipers foram colocados na extremidade de cada membro e o software do aparelho (TVOL – Thigh Volume e AVOL – Arm Volume), automaticamente calculou o seu ponto médio, gerando uma sequência de cinco planos que foram delineados manualmente em sua superfície externa no eixo axial, resultando na avaliação do volume de 50% do comprimento da diáfise do fêmur e úmero.

Foram coletados dois volumes de cada membro fetal (coxa e braço), sendo os mesmos armazenados na memória do aparelho. Posteriormente, foi selecionado o volume de melhor qualidade, o qual foi transferido para um computador pessoal, sendo as análises volumétricas realizadas *off line*, por um mesmo observador (VMC), utilizando o software 4D *view* versão 14.0 (General Electric Medical

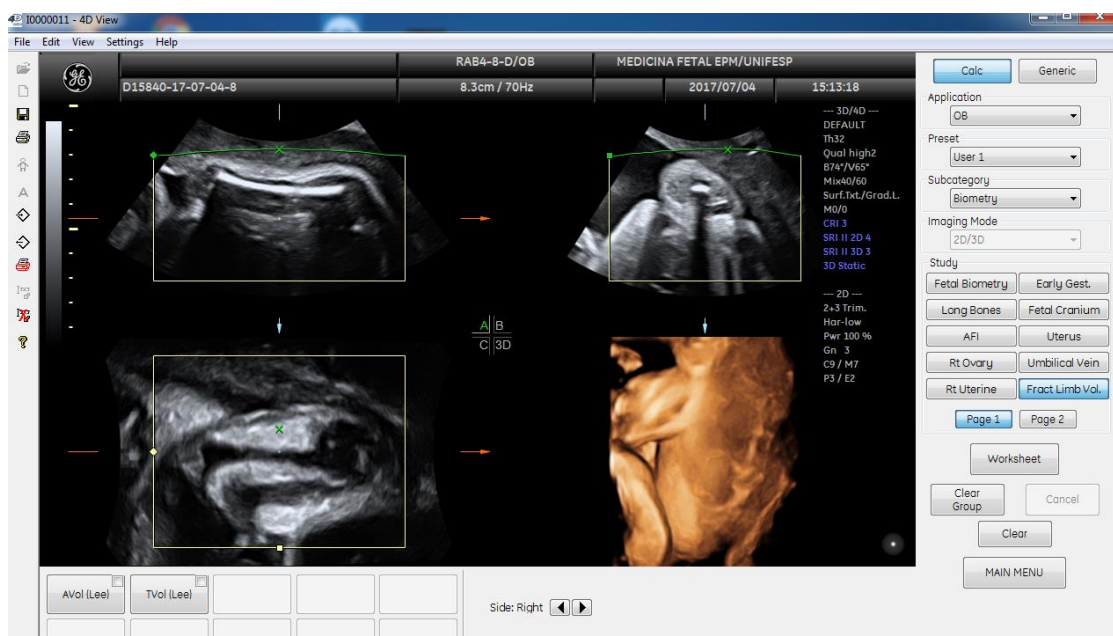
---

System, Zipf, Austria). Trata-se de um programa para processamento de dados *off line*, no qual podemos analisar e manipular os volumes dos blocos. Após abrir o programa uma folha de identificação do paciente e seus dados é apresentada, assim podendo dar início a avaliação. O bloco coletado anteriormente no aparelho de ultrassonografia é visibilizado, sendo então possível escolher o parâmetro que usaremos AVOL ou TVOL. Calipers são colocados na extremidade do membro e então podemos observá-lo em três planos ortogonais. Damos sequência delineando manualmente as cinco fatias do plano sagital do membro que corresponde a 50% da porção média do comprimento diáfise do osso.

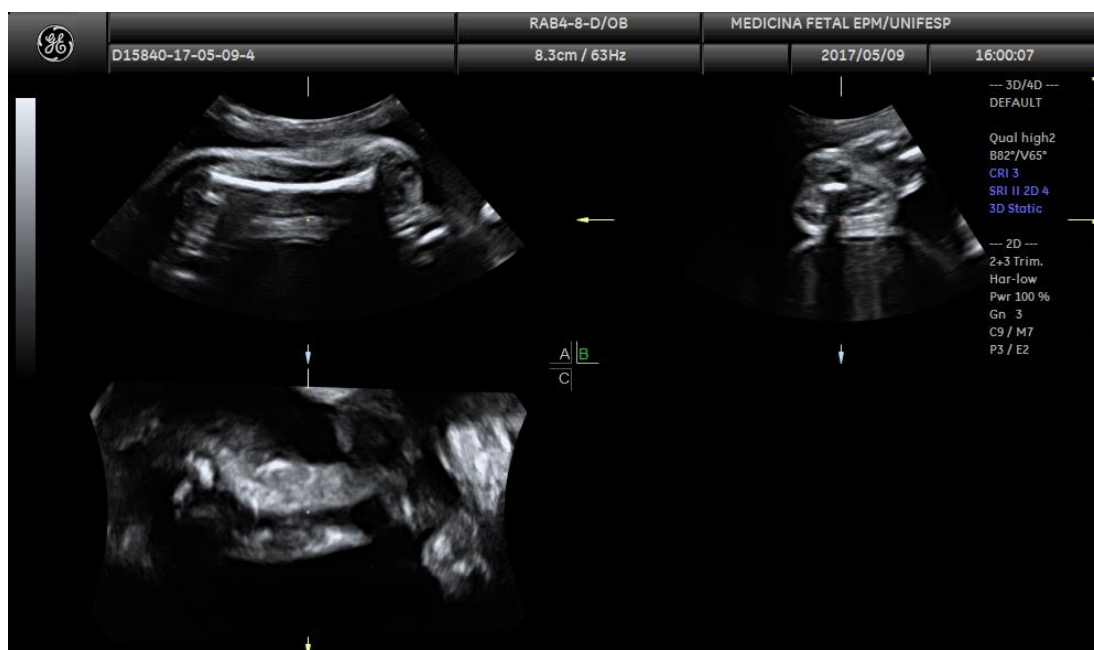
A página de trabalho é acionada, onde verificaremos a fração do volume de membro encontrado e seu respectivo peso estimado. Além de realizarmos a estimativa de peso ao nascimento com os parâmetro 3D únicos (AVOL ou TVOL), utilizamos também a associação dos parâmetros 3D e 2D ( CA/AVOL, CA/DBP/TVOL, CA/TVOL) assim como observamos nas figuras de 1 a 9.

---

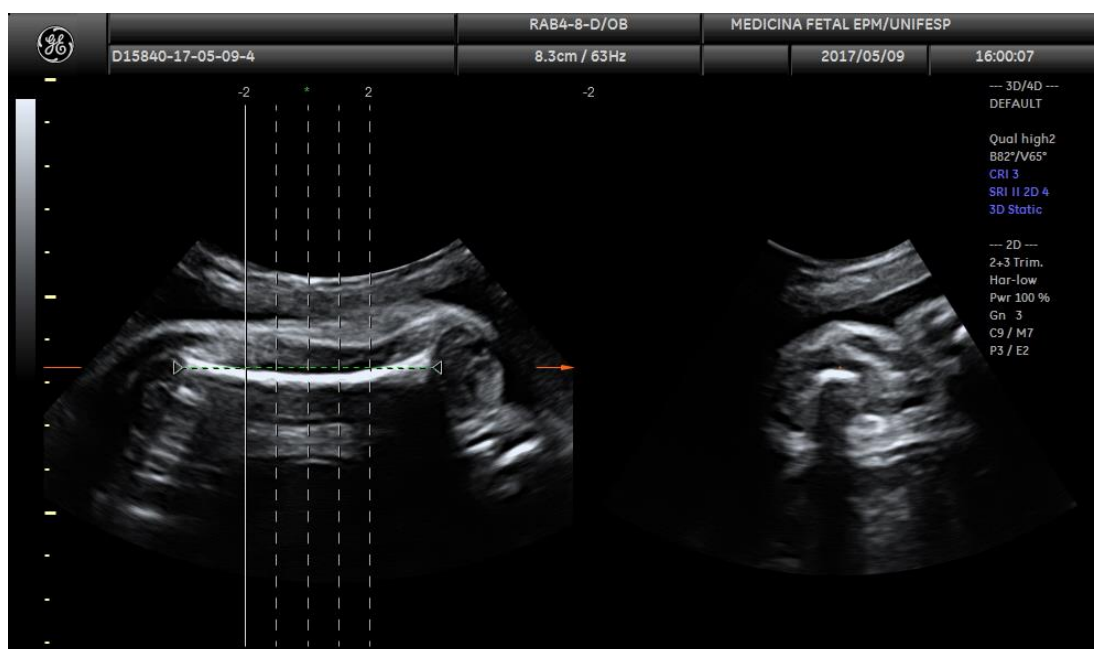
**Figura 1** – Modelo da página de identificação do software 4D view.



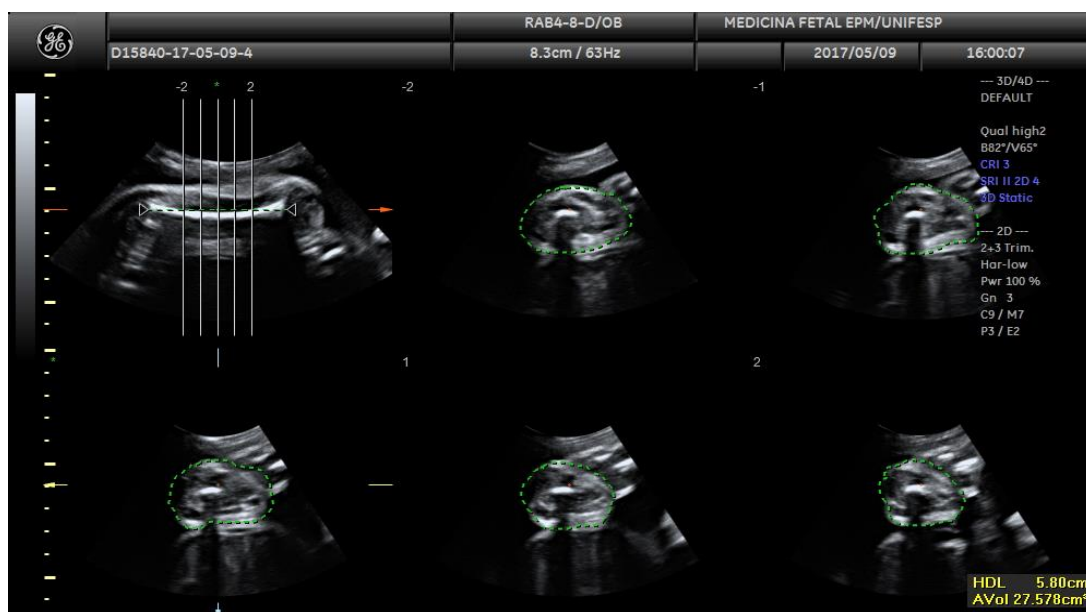
**Figura 2** – Colocação dos calipers nas extremidades dos membros após ter selecionado a tecla AVOL ou TVOL.



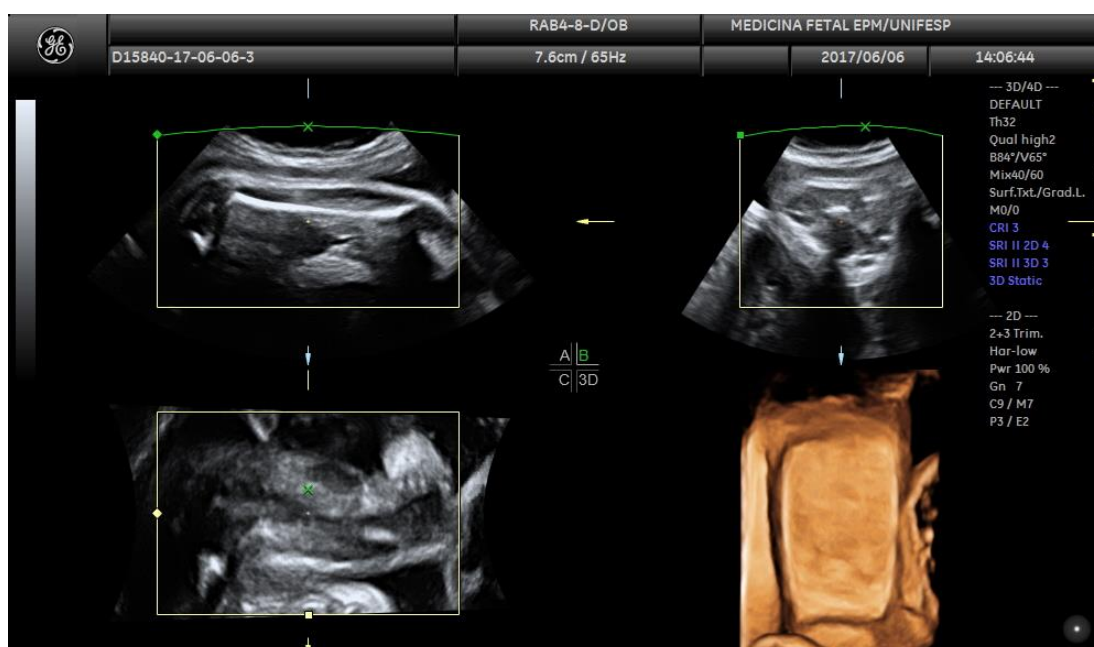
**Figura 3** – Fração de volume do braço fetal, sendo representado o membro em três planos ortogonais.



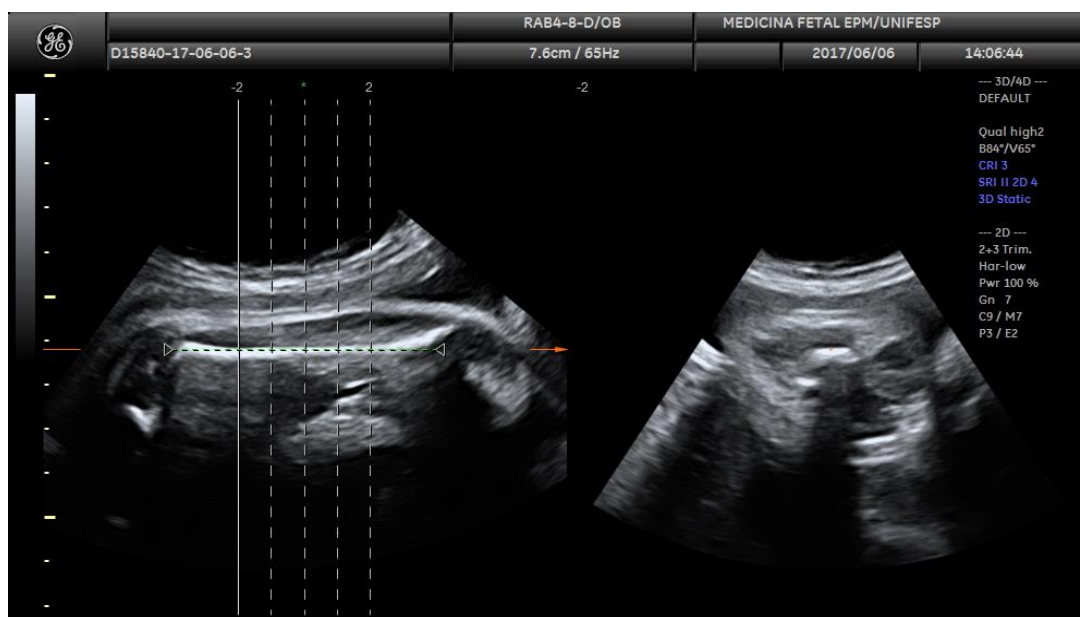
**Figura 4** - Delimitação manual no plano sagital do comprimento do úmero.



**Figura 5** – Fração de volume do braço fetal. Representação do delineamento manual no plano axial do membro nos cinco planos correspondentes a 50% da porção média do comprimento diáfise do úmero.



**Figura 6** – Fração de volume da coxa fetal, sendo representado o membro em três planos multiplanares.



**Figura 7** - Delimitação manual no plano sagital do comprimento do fêmur.



**Figura 8** – Fração de volume da coxa fetal. Representação do delineamento manual no plano axial do membro dos cinco planos correspondentes a 50% da porção média do comprimento diáfise do fêmur.



Worksheet

**MEDICINA FETAL EPM/UNIFESP** Date of Exam: 2018/09/23 Page 1 / 5  
Exam Type:

Name:  DOB:  Sex:  Female  
Pat. ID: D15840-17-07-04-8 Perf. Phys.:   
Ref. Phys.:   
Indication:  Sonogr.:

LMP:  GA(Clin): 0w0d EDD(GA):  G:  Ab:   
DOC:  GA(AUA):  EDD(AUA):  P:  Ec:

| EFW (Lee) | Value | Range | Age   | Range | GP | Williams |
|-----------|-------|-------|-------|-------|----|----------|
| AVol      | 2149g |       | 33w0d |       |    | N/A      |

| 2D Measurements | AUA | Value                  | m1     | m2 | m3 | Meth. | GP | Age |
|-----------------|-----|------------------------|--------|----|----|-------|----|-----|
| AVol (Lee)      |     | 19.329 cm <sup>3</sup> | 19.329 |    |    | avg.  |    |     |

Application: OB  
Calc.  
Fetal Anatomy  
Graph  
Fetus Compare  
Scan Assistant  
Generic  
Images  
Comment

Clear All  
Save To Archive  
DICOM Send  
DICOM Print  
Transfer Data  
Print Preview  
Print Report

Page 1/5  
Close

**Figura 9** – Folha de trabalho mostrando o peso estimado do feto a partir do modelo de fração de volume do membro.

## 4.5 Coleta de dados

A coleta dos dados dos casos selecionados, incluindo as variáveis maternas, gestacionais, ultrassonográficas e neonatais, foi realizada em ficha de coleta de dados disponível no anexo 3.

## 4.6 Variáveis do estudo

### 4.6.1 Variáveis maternas

- Idade materna, expressa em anos

- Etnia
- Antecedentes obstétricos

#### **4.6.2 Variáveis da gestação**

- Idade gestacional na data da avaliação ultrassonográfica calculada pela data da última menstruação ou por ultrassonografia precoce realizada no primeiro trimestre de gestação.
- Corionicidade sendo divididas as pacientes em dois grupos (Dicoriônico e Diamniótico e Monocoriônico e Diamniótico). A corionicidade da gestação foi identificada por meio da ultrassonografia precoce de primeiro trimestre da gestação. Foram classificadas como dicoriônicas quando identificados dois sacos gestacionais ou o sinal do lambda e monocoriônicas quando visibilizados apenas um saco gestacional ou o sinal do T, conforme descrito em literatura prévia.<sup>(53)</sup>

#### **4.6.3 Variáveis ultrassonográficas**

- Estimativa de peso pelo modelo de Hadlock 4.<sup>(17)</sup>
  - Estimativa de peso pela fração de volumes de braço e coxa <sup>(19)</sup> obtidos a partir dos modelos publicados por Lee et al.<sup>(50)</sup> e demonstrados no quadro 2.
-

**Quadro 2** – Modelos de fração de volume de membros para obtenção da estimativa do peso fetal

|                    |   |
|--------------------|---|
| Modelo AVOL        | Logaritmo natural (Ln) peso ao nascimento = $4.9588 + 1.0721 (\ln \text{AVOL}) - 0.0526 (\ln \text{AVOL})^2$                                  |
| Modelo CA/AVOL     | Ln peso ao nascimento = $-3.6138 + 4.6761 (\ln \text{CA}) - 0.4959 (\ln \text{CA})^2 + 0.3795 (\ln \text{AVOL})$                              |
| Modelo TVOL        | Ln peso ao nascimento = $4.7806 + 0.7596 (\ln \text{TVOL})$   |
| Modelo CA/TVOL     | Ln peso ao nascimento = $2.1264 + 1.1461 (\ln \text{CA}) + 0.4314 (\ln \text{TVOL})$  |
| Modelo CA/DBP/TVOL | Ln peso ao nascimento = $-0.8297 + 4.0344 (\ln \text{BPD}) - 0.7820 (\ln \text{BPD})^2 + 0.7853 (\ln \text{AC}) + 0.0528 (\ln \text{TVOL})^2$ |

#### 4.6.4 Variáveis neonatais

- Peso ao nascimento em gramas

#### 4.7 Cálculo do tamanho amostral

Usando os dados do artigo publicado por Khalil et al.<sup>(22)</sup>, pode-se estimar que 50% das diferenças absolutas (sem contar o sinal) entre o peso fetal estimado e o peso ao nascimento são <10%, enquanto a diferença absoluta será maior que 10% nos outros 50%. Para se ter um poder de 80% de se detectar uma melhora de 50% para 70% no número nas diferenças absolutas <10%, será necessário avaliar 103 fetos.

#### 4.8 Análise estatística

Inicialmente, caracterizou-se a amostra estudada por meio da estatística descritiva, analisando-se os dados das pacientes, das gestações e dos recém-nascidos. Todas as variáveis foram expressas em média  $\pm$  desvio-padrão (valores mínimo e máximo).

Avaliou-se a concordância entre o peso ao nascimento (padrão ouro) e os demais modelos para cálculo de peso, através do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclass (CCI).

O CCI mostra o grau de concordância e reprodutibilidade do método.

Conover<sup>(54)</sup> estabelece o seguinte critério para o CCI:  $\geq 0,75$  – correlação excelente,  $\geq 0,40$  e  $< 0,75$  – correlação moderada e  $< 0,40$  – correlação fraca.

Para auxiliar nessa análise, foram estipulados limites de concordância de 95% (LC 95%) calculados através da diferença média entre as medidas dos observadores  $\pm$  o desvio padrão (dp) das diferenças multiplicado por 1,96. No processo de avaliação do *gold-standard* (padrão ouro) utilizamos o valor real, peso ao nascimento do recém-nascido, como referência.

Realizamos então a análise de Bland-Altman que é um método estatístico de referência para a comparação de dois métodos de medida clínica, mostrando o grau de concordância entre eles. A metodologia proposta por Bland-Altman consiste em uma disposição gráfica das diferenças das medidas dos observadores em função das médias das medidas dos observadores.<sup>(54)</sup> Nesta disposição gráfica a presença da linha média bem próximo a zero e o intervalo de confiança pequeno em relação à amplitude da escala indica que as avaliações têm respostas concordantes.

---

Outro cálculo realizado foi a diferença entre cada modelo e o peso ao nascimento (padrão ouro). O objetivo foi verificar qual modelo apresentaria menor diferença em média e assim definir a que mais se aproxima pontualmente do modelo padrão.

Ainda foi realizado o cálculo da variação percentual dos valores de pesos dos modelos em relação ao peso padrão.

Em seguida, realizou-se análise de regressão linear, para a obtenção das melhores fórmulas de estimativa do peso fetal, tendo a fração de volume do braço e coxa fetais como variáveis independentes e o peso ao nascimento como variável dependente.

Foi comparado o peso estimado por estas fórmulas, (fração de volume do braço e coxa fetais e suas associações com os parâmetros 2D – AVOL, TVOL, CA/AVOL, CA/DBP/TVOL) com o peso estimado através da fórmula de Hadlock et al.<sup>(17)</sup>, e uma nova fórmula incorporando a fração de volume de braço e coxa, tendo o peso ao nascimento como referência.

Foi utilizado o teste t pareado para o estudo comparativo entre os modelos que incluem a fração de volume de membros e o modelo de Hadlock et al.<sup>(17)</sup>, sendo que o resultado foi considerado estatisticamente significativo quando  $p < 0,05$ .

Todos os dados foram armazenados em planilha do programa Excel 2007 (Microsoft Corp. Redmond, WA, USA) e analisados pelo programa estatístico SPSS versão 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

---

## **5 RESULTADOS**

---

---

## **5.1 Caracterização da população do estudo**

Foram avaliadas 51 gemeligestas com 102 fetos vivos no período de outubro de 2015 a maio de 2018. Dos 56 fetos provenientes de gestações dicoriônicas, em um deles não foi possível avaliar os parâmetros bidimensionais por perda de informação. Dos 46 fetos provenientes das gestações monocoriônicas, em um deles não foi possível avaliar a fração do volume da coxa devido a problemas no processamento da imagem no software 4 DView.

## **5.2 Descrição das variáveis maternas**

### **5.2.1 Idade materna e etnia**

A idade das pacientes variou entre 14 e 41 anos, com média de idade de  $29,9 \pm 6,4$  anos. Quanto à etnia das pacientes 25% eram pardas, 25% eram brancas, 15% negras, 2% amarelas e 33% não tivemos acesso a informação.

### **5.2.2 Antecedentes obstétricos**

Das 51 pacientes avaliadas 13 delas (25,5%) eram primigestas.

---

### **5.3 Descrição das variáveis da gestação**

#### **5.3.1 Idade gestacional na data da avaliação ultrassonográfica**

O período gestacional avaliado variou entre 27 semanas e 37 semanas e quatro dias com média de 35 semanas e dois dias ( $\pm 1$  semana e seis dias)

#### **5.3.2 Corionicidade**

Quanto à corionicidade da gestação 28 do total dos casos (56 fetos) correspondendo a 54,9% foram identificados como gestações dicoriônicas e 23 deles (46 fetos) correspondendo a 45,1% identificados como monocoriônicas.

### **5.4 Descrição das variáveis ultrassonográficas**

Realizamos a estimativa de peso ao nascimento pelos modelos de Hadlock 4<sup>(17)</sup> e pelos modelos constituídos pela fração de volume de membros.<sup>(19)</sup> Foi analisada a concordância entre os modelos e o peso ao nascimento e a variação média percentual da estimativa de peso obtida pelas diferentes fórmulas e o peso ao nascimento. Além disso, foi elaborado novo modelo tridimensional associando a fração de volume de coxa e braço.

---



### 5.5 Descrição das variáveis neonatais

O peso ao nascimento variou entre 855 g a 3.410 g, sendo a média de peso discretamente maior nas gestações dicoriônicas.

**Tabela 1** – Média de peso ao nascimento em gramas

| <b>Corionicidade</b>         | <b>Média de peso</b> | <b>DP</b> |
|------------------------------|----------------------|-----------|
| Dicoriônica Diamniótica      | 2391,23g             | 462,56 g  |
| Monocoriônica<br>Diamniótica | 2352,46g             | 387,66g   |
| Todos os casos               | 2383,91g             | 433,04g   |

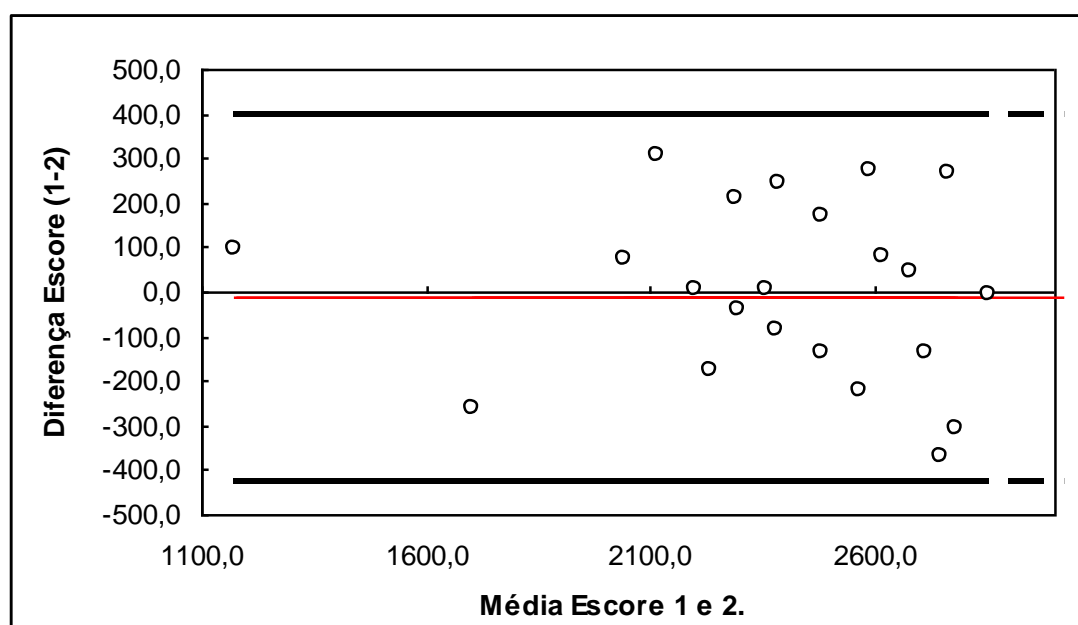
---

## 5.6 Avaliação da concordância entre os modelos avaliados e o peso ao nascimento

**Tabela 2** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,942 | 0,901                      | 0,966           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI >0,75



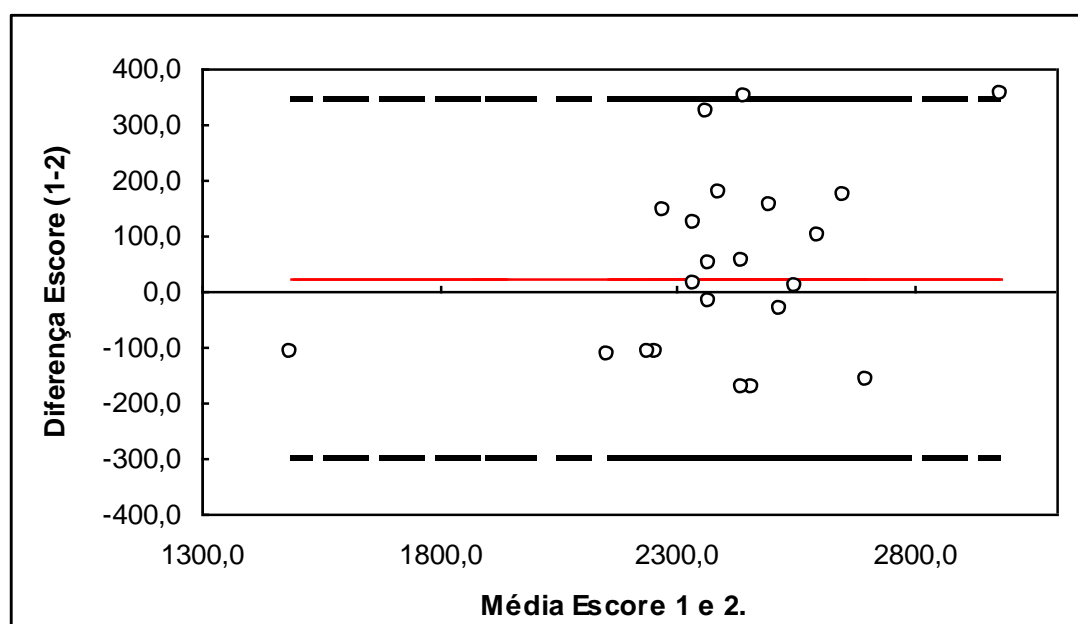
Escor 1: Peso ao nascimento.  
Escor 2: Hadlock

**Figura 10** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 3** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,922 | 0,859                      | 0,957           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75



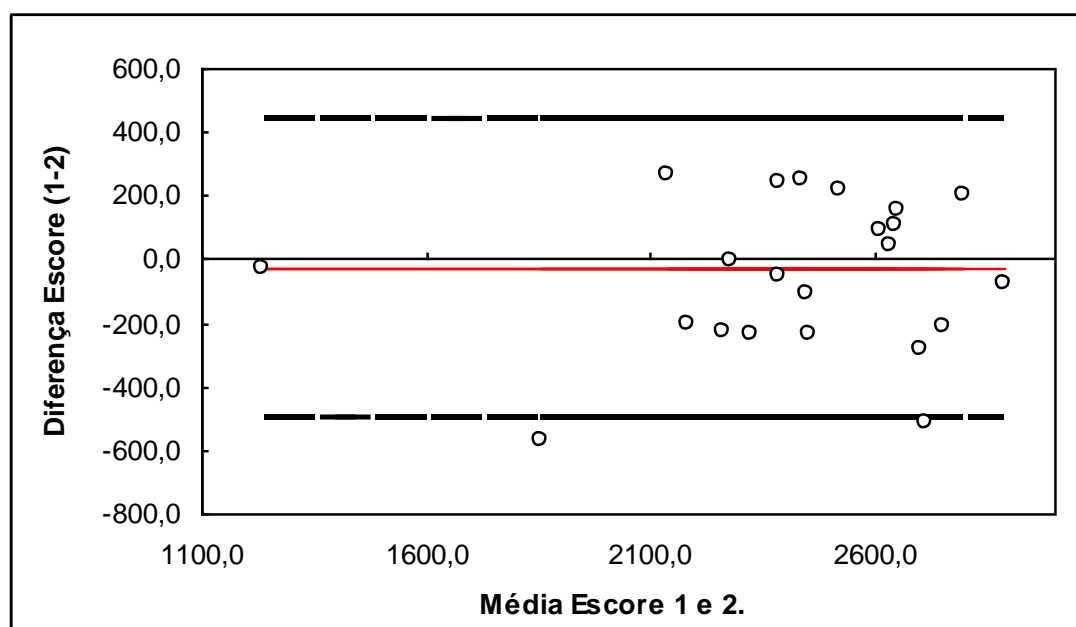
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: Hadlock

**Figura 11** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo de Hadlock com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.

**Tabela 4** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,921 | 0,865                      | 0,954           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI >0,75



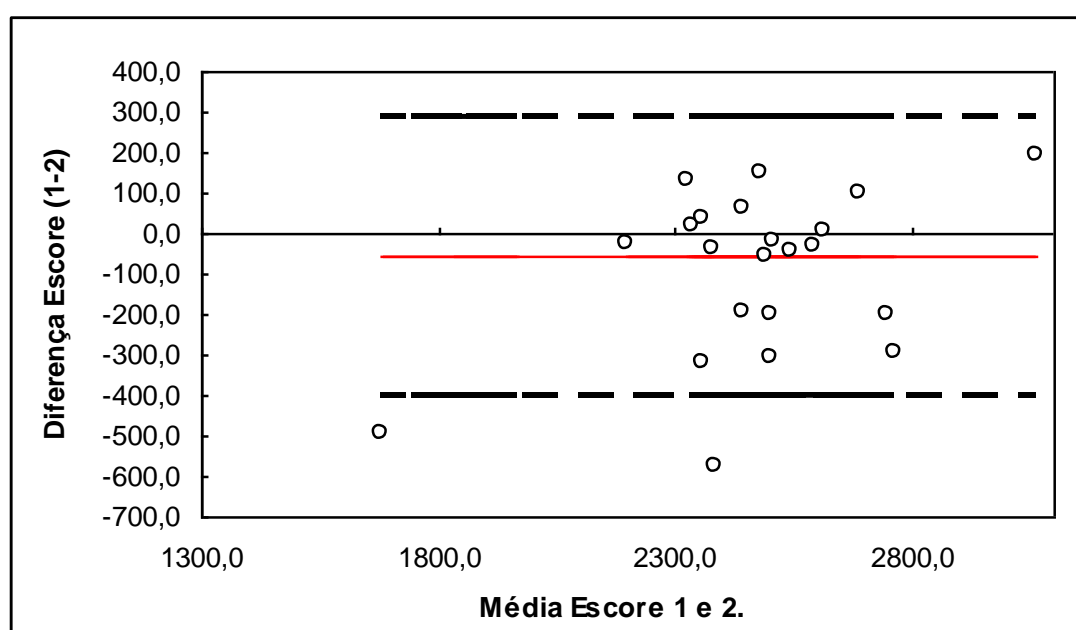
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: AVOL

**Figura 12** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 5** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,903 | 0,825                      | 0,946           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



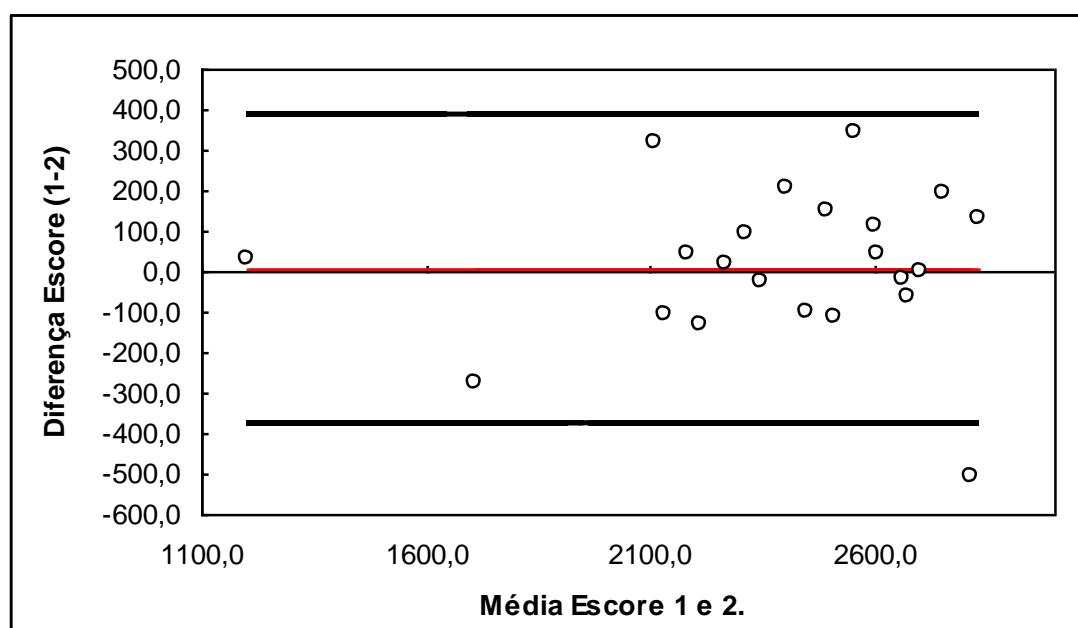
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: AVOL

**Figura 13** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.

**Tabela 6** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,951 | 0,917                      | 0,971           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



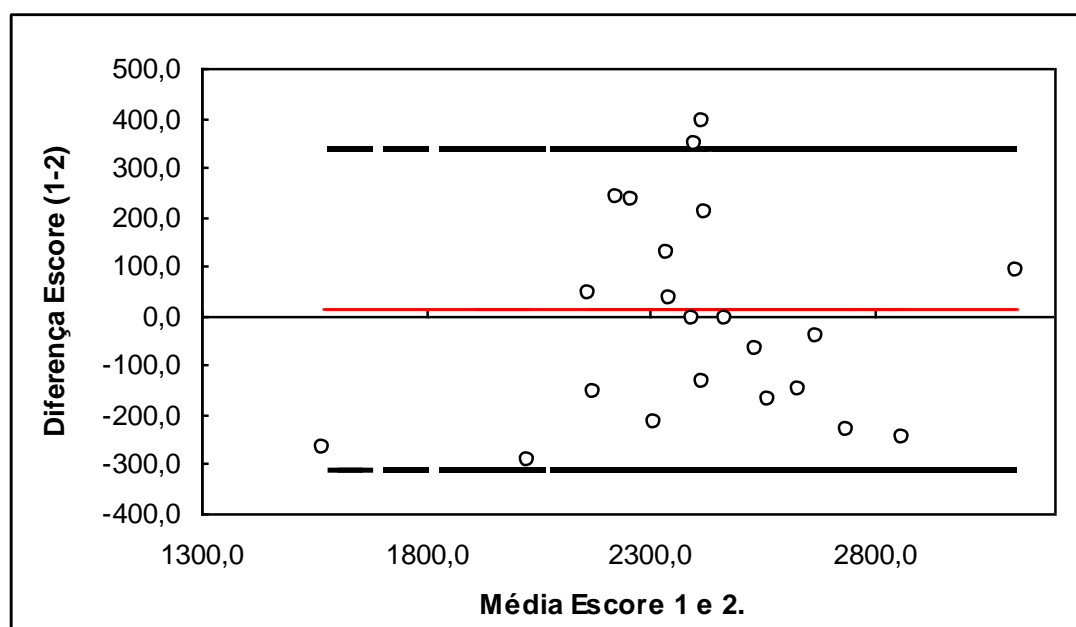
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: Tvol

**Figura 14** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 7** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,922 | 0,858                      | 0,957           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



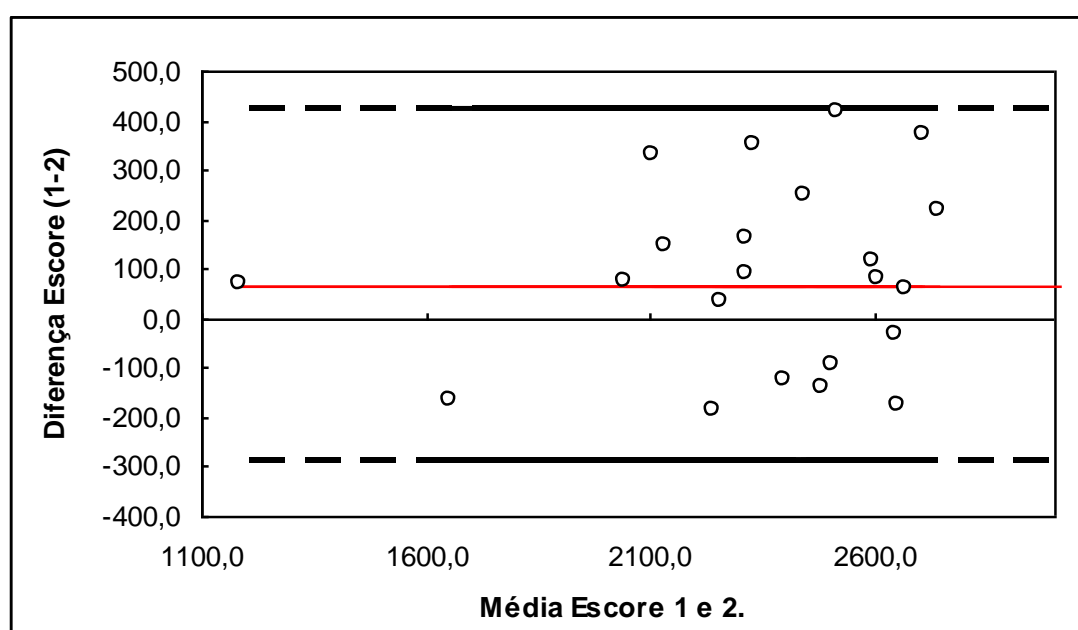
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: Tvol

**Figura 15** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.

**Tabela 8** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,957 | 0,926                      | 0,975           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: CA/Tvol

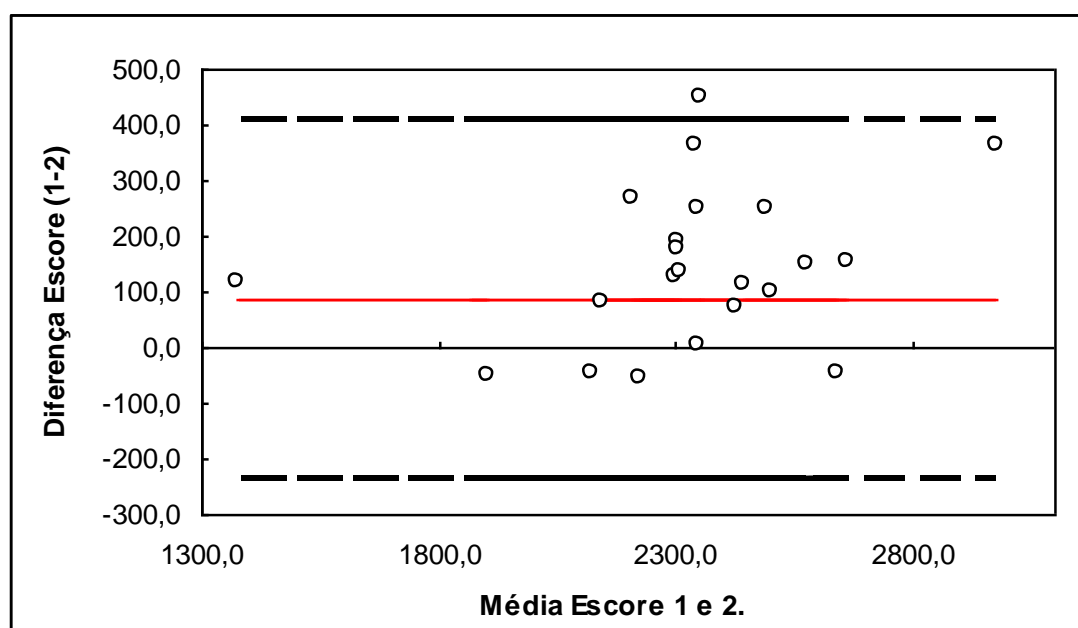
**Figura 16** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/ TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.



**Tabela 9** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monócoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,927 | 0,867                      | 0,960           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



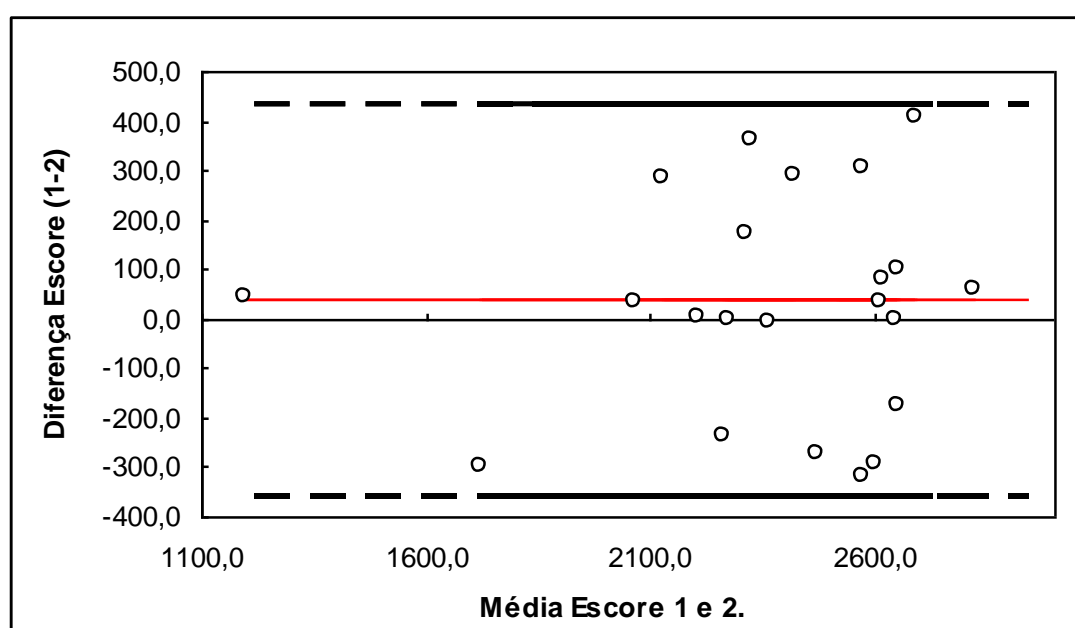
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: CA/Tvol

**Figura 17** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monócoriônico e diamniótico.

**Tabela 10** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,943 | 0,903                      | 0,967           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



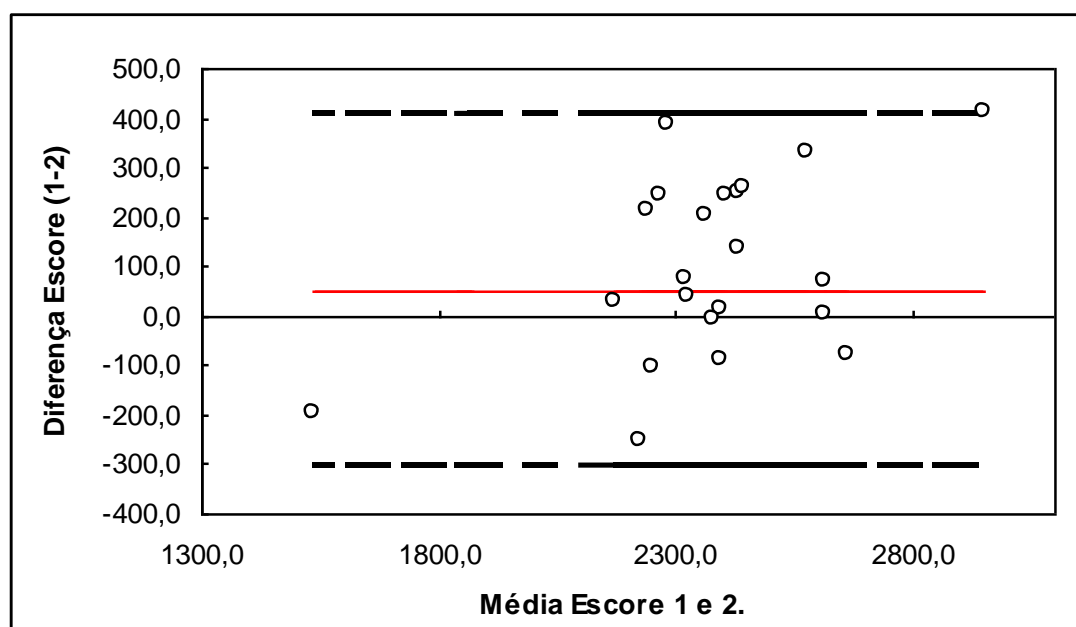
Score 1: Peso ao nascimento.  
Score 2: CA/AVOL

**Figura 18** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/ AVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 11** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo monócoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,895 | 0,811                      | 0,942           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



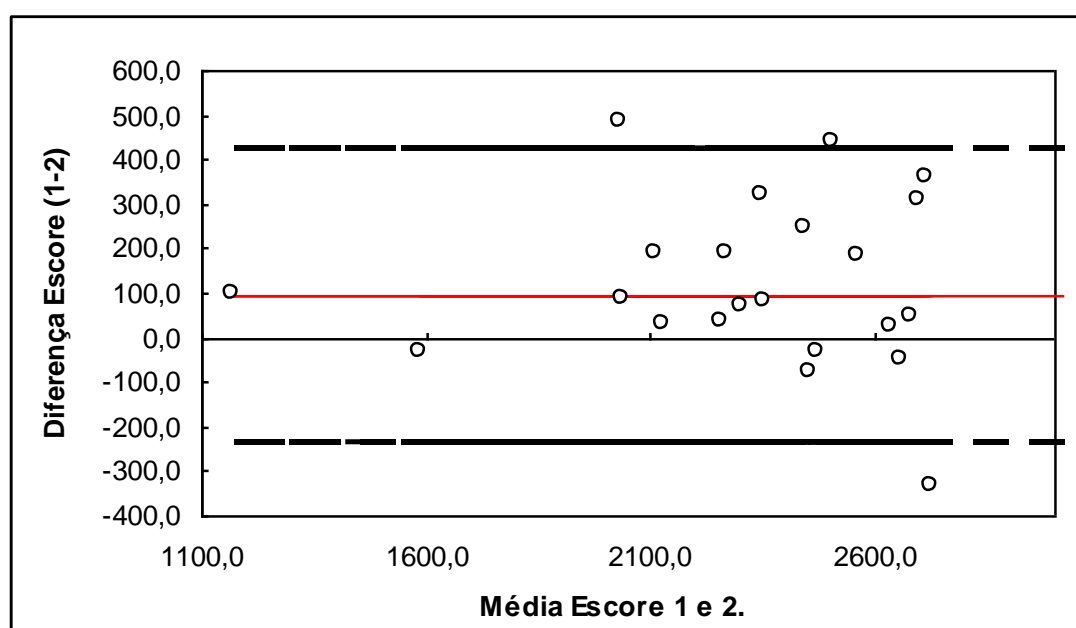
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: CA/AVOL

**Figura 19** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/AVOL com o peso ao nascimento no grupo monócoriônico e diamniótico.

**Tabela 12** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,964 | 0,939                      | 0,979           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



Escore 1: Peso ao nascimento.

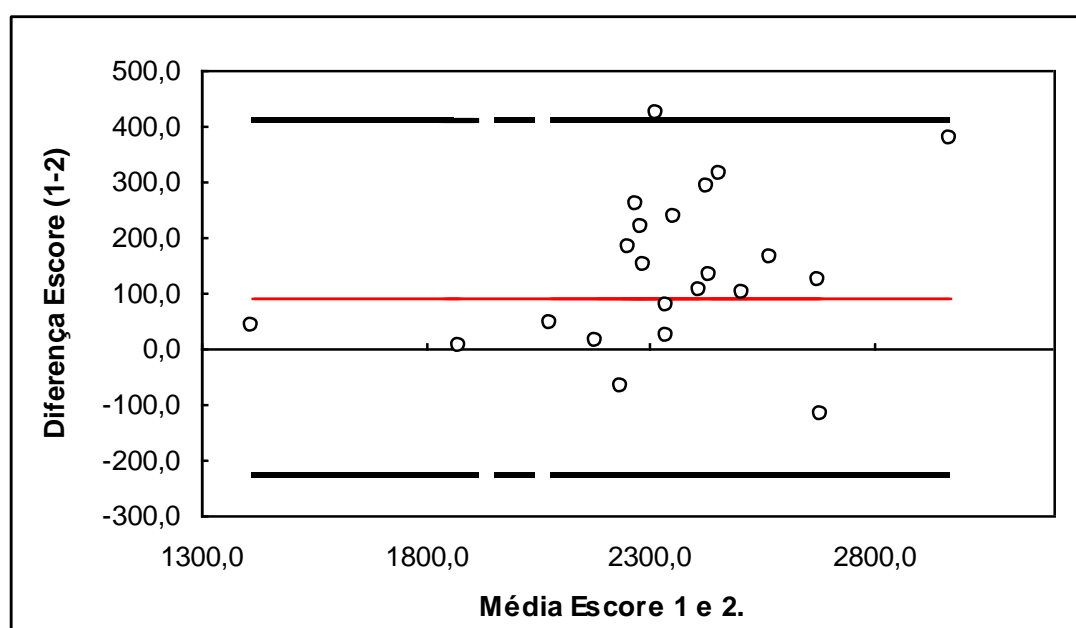
Escore 2: CA/DBP/Tvol

**Figura 20** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 13** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,932 | 0,877                      | 0,963           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: CA/DBP/Tvol

**Figura 21** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo CA/DBP/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.

Sintetizando os dados observamos que todos os resultados apresentaram uma concordância excelente com o Peso ao Nascimento (padrão Ouro). Valores de CCI maiores que 0,900.

**Tabela 14** – Avaliação da concordância entre todos os modelos estudados e o peso ao nascimento conforme a corionicidade

| ICC<br>Modelos | Corionicidade           |                           |
|----------------|-------------------------|---------------------------|
|                | Dicoriônico Diamniótico | Monocoriônico Diamniótico |
| HADLOCK        | 0,942                   | 0,922                     |
| AVOL           | 0,921                   | 0,903                     |
| TVOL           | 0,951                   | 0,922                     |
| CA/TVOL        | 0,957                   | 0,927                     |
| CA/AVOL        | 0,943                   | 0,895                     |
| AC/DBP/TVOL    | 0,964                   | 0,979                     |

### 5.7 Avaliação entre as médias de diferenças entre cada modelo e o peso ao nascimento

**Tabela 15** – Média das diferenças entre os modelos estudados e o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

|       | Hadlock | AVOL   | TVOL   | CA/TVOL | CA/AVOL | CA/DBP/TVOL |
|-------|---------|--------|--------|---------|---------|-------------|
| Média | 16,02   | 32,73  | -10,21 | -82,20  | -47,91  | -115,84     |
| DP    | 229,40  | 257,82 | 210,04 | 195,05  | 219,76  | 175,85      |
| n     | 55      | 56     | 56     | 55      | 55      | 55          |

Pela análise descritiva desses resultados temos que para o grupo dicoriônico e diamniótico, o modelo que mais se aproxima do peso ao nascimento (Padrão Ouro) é o Modelo TVOL.

**Tabela 16** – Média das diferenças entre os modelos estudados e o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

|       | Hadlock | AVOL    | TVOL    | CA/TVOL | CA/AVOL | CA/DBP/TVOL |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| Média | -33,59  | 81,35   | -18,87  | -129,04 | -75,54  | -137,04     |
| DP    | 195,809 | 205,228 | 199,653 | 186,959 | 212,633 | 177,815     |
| n     | 46      | 46      | 45      | 45      | 46      | 45          |

Por esses resultados temos que para o grupo monocoriônico e diamniótico, o modelo que mais se aproxima do Peso ao Nascimento (Padrão Ouro) é o Modelo TVOL.

## 5.8 Variação percentual da estimativa de peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento

**Tabela 17** – Variação percentual da estimativa do peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| Corionicidade |         | Hadlock | AVOL  | TVOL  | CA / AVOL | CA / TVOL | CA / DBP/TVOL |
|---------------|---------|---------|-------|-------|-----------|-----------|---------------|
|               | Média   | 8,45%   | 8,60% | 6,60% | 7,54%     | 7,28%     | 6,95%         |
| Dicoriônica   | Mediana | 7,18%   | 6,91% | 4,30% | 6,27%     | 4,26%     | 5,24%         |
| Diamniótica   | DP      | 5,84%   | 7,92% | 7,68% | 5,84%     | 6,37%     | 5,76%         |
|               | n       | 55      | 56    | 56    | 55        | 55        | 55            |

Quando nos referimos a variação do peso de cada modelo em relação ao peso padrão observamos que para o grupo dicoriônico e diamniótico, o modelo Hadlock apresentou média de variação de 8,45% enquanto o modelo TVOL apresentou média de variação de 6,60%.

**Tabela 18** – Variação percentual da estimativa de peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CORIONICIDADE        |                | Hadlock | AVOL  | TVOL  | CA /<br>AVOL | CA /<br>TVOL | CA /<br>DBP/TVOL |
|----------------------|----------------|---------|-------|-------|--------------|--------------|------------------|
|                      | <b>Média</b>   | 5,65%   | 8,04% | 6,65% | 8,90%        | 7,22%        | 6,76%            |
| <b>Monocoriônica</b> | <b>Mediana</b> | 5,35%   | 6,35% | 6,49% | 5,60%        | 5,36%        | 5,24%            |
| <b>Diamniótica</b>   | <b>DP</b>      | 4,63%   | 9,04% | 5,10% | 14,65%       | 5,99%        | 5,39%            |
|                      | <b>n</b>       | 46      | 46    | 45    | 46           | 46           | 45               |

Para grupo monocoriônico e diamniótico, o modelo Hadlock apresentou média de variação de 5,65% enquanto o modelo TVOL apresentou média de variação de 6,65%.

**Tabela 19** – Variação percentual da estimativa peso fetal obtido por cada modelo em relação ao peso ao nascimento no total de casos

|              |                | Hadlock | AVOL  | TVOL  | CA /<br>AVOL | CA /<br>TVOL | CA /<br>DBP/TVOL |
|--------------|----------------|---------|-------|-------|--------------|--------------|------------------|
|              | <b>Média</b>   | 7,18%   | 8,35% | 6,62% | 8,16%        | 7,25%        | 6,87%            |
| <b>Total</b> | <b>Mediana</b> | 6,35%   | 6,76% | 5,05% | 5,76%        | 4,92%        | 5,24%            |
|              | <b>DP</b>      | 5,48%   | 8,41% | 6,62% | 10,75%       | 6,17%        | 5,57%            |
|              | <b>n</b>       | 101     | 102   | 101   | 101          | 101          | 100              |



Para o total do grupo, o modelo Hadlock apresentou média de variação de 7,18% enquanto o modelo TVOL apresentou média de variação de 6,62%.

### 5.9 Aplicação do teste t Pareado para o estudo comparativo entre os dois modelos (Hadlock e TVOL) que mais se aproximaram ao peso ao nascimento

**Tabela 20** – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e TVOL no grupo dicoriônico e diamniótico

| CORIONICIDADE |         | Hadlock | TVOL  | Teste t-pareado (p) | Resultado |
|---------------|---------|---------|-------|---------------------|-----------|
|               | Média   | 16,0    | -8,3  |                     |           |
| Dicoriônica   | Mediana | -4,0    | 0,0   | 0,363               | Iguais    |
| Diamniótica   | DP      | 229,4   | 211,5 |                     |           |
|               | N       | 55      | 55    |                     |           |

**Tabela 21** – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e TVOL no grupo monocoriônico e diamniótico

| CORIONICIDADE |         | Hadlock | TVOL  | Teste t-pareado (p) | Resultado |
|---------------|---------|---------|-------|---------------------|-----------|
|               | Média   | -31,1   | -18,9 |                     |           |
| Monocoriônica | Mediana | -5,0    | 8,0   | 0,678               | Iguais    |
| Diamniótica   | DP      | 197,3   | 199,7 |                     |           |
|               | N       | 45      | 45    |                     |           |

### 5.10 Elaboração de modelo associando os parâmetros AVOL/TVOL

Utilizando o método de regressão linear chegamos a seguinte fórmula associando os modelos AVOL e TVOL para o grupo dicoriônico e diamniótico:

$$\text{Peso estimado} = 21,541 \times \text{AVOL} + 21,242 \times \text{TVOL} + 799,030$$

**Tabela 22** – Regressão linear para elaboração de modelo AVOL/TVOL para o grupo dicoriônico e diamniótico

| Modelo   |                  | Soma dos quadrados | Df | Quadrado médio | F       | Sig.              |
|----------|------------------|--------------------|----|----------------|---------|-------------------|
| <b>1</b> | <b>Regressão</b> | 9490798,622        | 2  | 4745399,311    | 100,953 | ,000 <sup>a</sup> |
|          | <b>Residual</b>  | 2491317,360        | 53 | 47005,988      |         |                   |
|          | <b>Total</b>     | 11982115,982       | 55 |                |         |                   |

a. Preditores: (Constante), TVOL , AVOL  
b. Dependente Variável: Peso ao nascimento  
Sig ( significância) : p < 0,005  
Df: degrees of freedom (graus de liberdade)

| Modelo   |                    | Coefficientes não padronizados | Erro padronizado | Coefficientes padronizados | t     | Sig. |
|----------|--------------------|--------------------------------|------------------|----------------------------|-------|------|
|          |                    | B                              |                  | Beta                       |       |      |
| <b>1</b> | <b>(Constante)</b> | 799,030                        | 121,275          |                            | 6,589 | ,000 |
|          | <b>AVOL</b>        | 21,541                         | 11,582           | ,263                       | 1,860 | ,068 |
|          | <b>TVOL</b>        | 21,242                         | 4,651            | ,646                       | 4,567 | ,000 |

a. Dependente variável: Peso ao nascimento

No modelo dicoriônico e diamniótico consideramos a constante para elaboração da fórmula, já que esta foi significativa.

Utilizando o método de regressão linear chegamos a seguinte fórmula associando os modelos AVOL e TVOL para o grupo monocoriônico e diamniótico:

$$\text{Peso estimado} = 65,132 \times \text{AVOL} + 17,182 \times \text{TVOL}.$$

**Tabela 23** – Regressão linear para elaboração de modelo AVOL/TVOL para o grupo monocoriônico e diamniótico

| Modelo   |           | Soma dos quadrados            | df               | Quadrado médio            | F        | Sig.              |
|--|-----------|-------------------------------|------------------|---------------------------|----------|-------------------|
| 1  | Regressão | 249266364,145                 | 2                | 124633182,073             | 4718,892 | ,000 <sup>a</sup> |
|  | Residual  | 1082872,855                   | 41               | 26411,533                 |          |                   |
|  | Total     | 250349237,000                 | 43               |                           |          |                   |
| Preditores: TVOL, AVOL<br>Dependentes variáveis: Peso ao nascimento<br>Sig (significância): $p < 0,005$<br>Df: degrees of freedom (graus de liberdade) |           |                               |                  |                           |          |                   |
| Modelo   |           | Coeficientes não padronizados |                  | Coeficientes padronizados | T        | Sig.              |
|  |           | B                             | Erro padronizado | Beta                      |          |                   |
| 1  | AVOL      | 65,132                        | 9,799            | ,631                      | 6,646    | ,000              |
|  | TVOL      | 17,182                        | 4,422            | ,369                      | 3,885    | ,000              |

Para o grupo Monocoriônico e Diamniótico não consideramos a constante, pois esta não foi significativa.

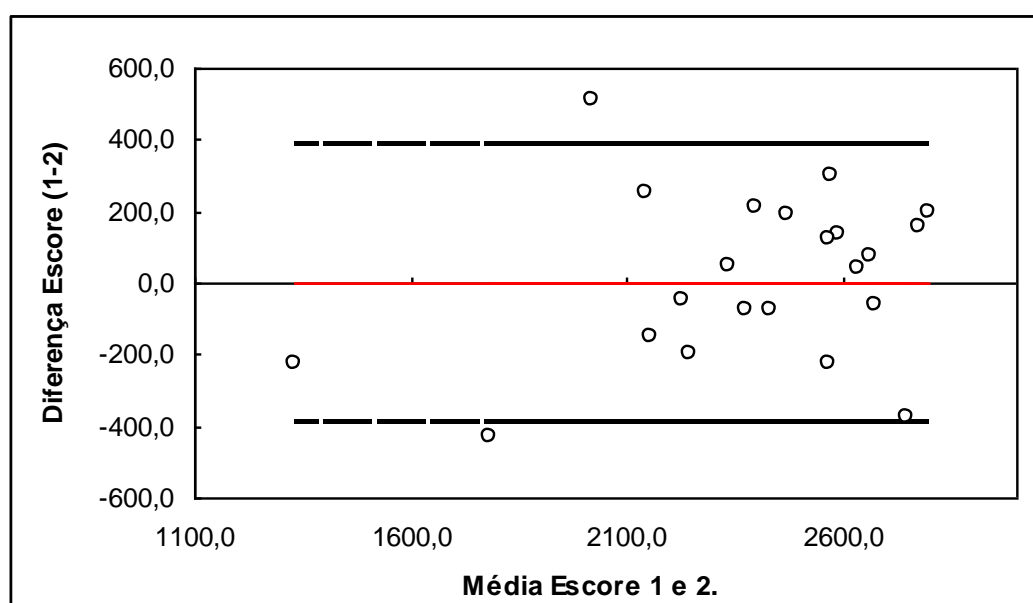
### 5.11 Avaliação da concordância entre o novo modelo elaborado (AVOL/TVOL) e o peso ao nascimento

Para verificar a concordância entre o peso ao nascimento (padrão Ouro) e o peso calculado por esses novos modelos, utilizamos o cálculo do CCI, para cada grupo dicoriônico e diamniótico e monocoriônico e diamniótico.

**Tabela 24** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,938 | 0,895                      | 0,964           |

Consideramos excelente concordância valores de CCI > 0,75.



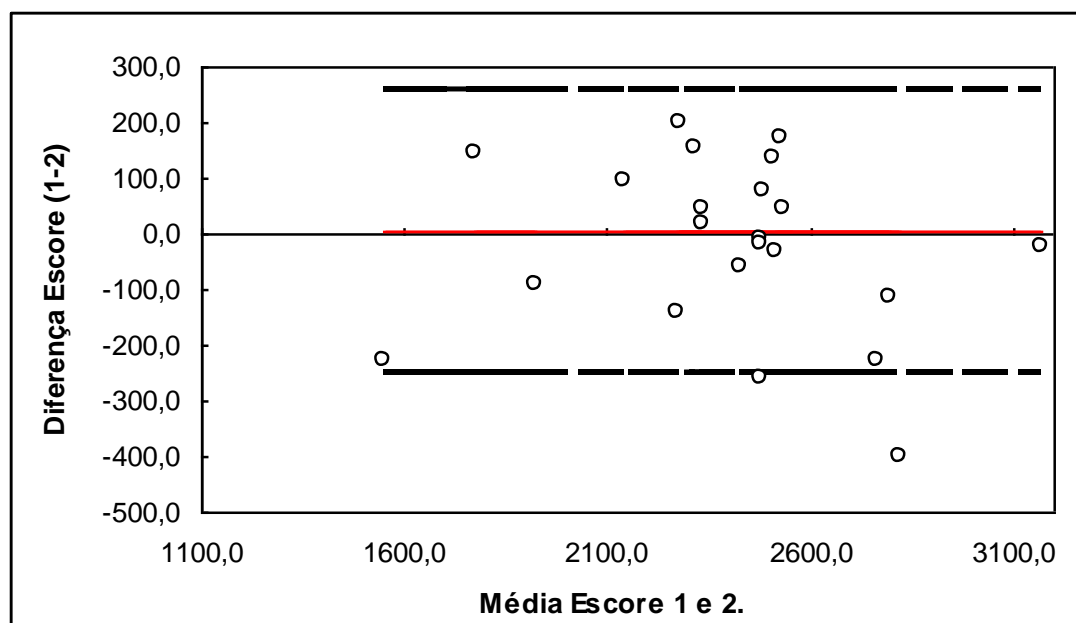
Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: AVOL/TVOL

**Figura 22** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico.

**Tabela 25** – Avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico

| CCI   | Intervalo de confiança 95% |                 |
|-------|----------------------------|-----------------|
|       | Limite inferior            | Limite superior |
| 0,945 | 0,899                      | 0,970           |

Consideramos excelente concordância valores de ICC > 0,75



Escore 1: Peso ao nascimento.  
Escore 2: AVOL/TVOL

**Figura 23** – Disposição gráfica pela metodologia de Bland-Altman para avaliação da concordância da estimativa de peso fetal pelo modelo AVOL/ TVOL com o peso ao nascimento no grupo monocoriônico e diamniótico.

As avaliações para o novo modelo, tanto no grupo dicoriônico e diamniótico, quanto para o grupo monocoriônico e diamniótico apresentaram respostas concordantes em relação ao peso ao nascimento.

### 5.12 Variação percentual do peso fetal obtido pelo modelo AVOL / TVOL em relação ao peso ao nascimento

**Tabela 26** – Variação percentual do peso fetal obtido pelo modelo AVOL/TVOL em relação ao peso ao nascimento no grupo dicoriônico e diamniótico e monocoriônico e diamniótico

|                | GRUPOS                     |                              |       |
|----------------|----------------------------|------------------------------|-------|
|                | Dicoriônico<br>Diamniótico | Monocoriônica<br>Diamniótico | Todos |
| <b>Média</b>   | 7,30%                      | 5,33%                        | 6,45% |
| <b>Mediana</b> | 5,45%                      | 4,81%                        | 5,33% |
| <b>DP</b>      | 7,14%                      | 4,16%                        | 6,08% |
| <b>N</b>       | 56                         | 43                           | 99    |

No grupo Dicoriônico e Diamniótico a média de variação do novo modelo em relação ao peso ao nascimento foi de 7,30% e no grupo Monocoriônico e Diamniótico foi de 5,33%. Se não considerarmos a corionicidade, esta variação foi de 6,45%.

### 5.13 Aplicação do teste t Pareado para o estudo comparativo entre os dois modelos (Hadlock e AVOL/TVOL)

**Tabela 27** – Estudo comparativo entre os modelos Hadlock e AVOL/ TVol nos grupos dicoriônico e diamniótico e monocoriônico e diamniótico

| CORIONICIDADE                              |                | Hadlock | AVOL/TVOL | Teste t-pareado (p) | Resultado |
|--|----------------|---------|-----------|---------------------|-----------|
| <b>Dicoriônica</b><br><b>Diamniótica</b>   | <b>Média</b>   | 16,02   | 2,48      | 0,654               | Iguais    |
|  | <b>Mediana</b> | -4,00   | 15,90     |                     |           |
|  | <b>DP</b>      | 229,40  | 213,97    |                     |           |
|  | <b>N</b>       | 55      | 55        |                     |           |
| <b>Monocoriônica</b><br><b>Diamniótica</b> | <b>Média</b>   | 36,95   | 5,01      | 0,301               | Iguais    |
|  | <b>Mediana</b> | 8,00    | 3,98      |                     |           |
|  | <b>DP</b>      | 199,91  | 160,49    |                     |           |
|  | <b>N</b>       | 43      | 43        |                     |           |

Utilizando o teste t pareado observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre o modelo AVOL/TVOL e o modelo de Hadlock 4 quanto à variação em relação ao peso ao nascimento. O novo modelo AVOL/TVOL não apresentou resultados melhores que o modelo Hadlock 4.<sup>(17)</sup>

## 6 DISCUSSÃO

---



No presente estudo buscamos verificar a acurácia da técnica da fração de volume de membros para estimar o peso ao nascimento em gestações gemelares, sendo este, até o momento, o primeiro trabalho na literatura com este objetivo. Esta técnica, por avaliar apenas 50% da região central do membro fetal, apresenta vantagens em relação à avaliação 2D como menor tempo de execução do exame, maior facilidade em obtenção das medidas das diáfises dos ossos além de avaliar o estado nutricional do feto a partir da segunda metade da gestação.<sup>(48)</sup> Nossos resultados demonstraram concordância excelente com o peso ao nascimento.

Há muito têm se buscado método eficaz para estimar o peso dos fetos. Se mesmo em gestações únicas estudos demonstraram que as principais fórmulas utilizadas podem alcançar variações de até 14% em relação ao peso real do feto<sup>(18)</sup>, quando consideramos o grupo das gestações múltiplas observamos um pior cenário devido à dificuldade técnica em se adquirir medidas fetais.

Estudo retrospectivo buscou verificar, por meio da ultrassonografia, os melhores modelos para estimativa de peso de fetos em gestações gemelares. Foram estudados 33 fórmulas em 586 fetos sendo que apenas três destes modelos apresentaram um erro absoluto menor que 10% em relação ao peso ao nascimento, sendo que o melhor modelo avaliado foi o de Hadlock 2 e o pior o que utilizava apenas o comprimento do fêmur (CF).<sup>(22)</sup> Este resultado foi semelhante ao que alcançamos já que a estimativa de peso obtida pela fórmula de Hadlock<sup>(17)</sup> e pela fração de volume da coxa foram os dois modelos que mais se aproximaram do peso ao nascimento no nosso estudo, com erro absoluto inferior a 8,45%.

A ultrassonografia 3D permite medida acurada e reprodutível do volume dos membros fetais por diferentes técnicas, como multiplanar<sup>(38,39)</sup>,

---

*virtual organ-computer –aided analysis* (VOCAL)<sup>(44)</sup>, *extend imaging virtual organ-computer aided analysis* (XI VOCAL)<sup>(41,42)</sup> e fração de volume de membros. Em estudo envolvendo 271 gestações únicas que tiveram seus partos em um período de até 4 dias após o exame ultrassonográfico, novos modelos de predição de peso ao nascimento que acrescentaram a fração de volume de membros foram testados e tiveram maior acurácia que as fórmulas originais de Hadlock, com variação percentual em relação ao peso ao nascimento de 6,6% para os modelos que associavam DBP/CA/TVOL e 8,5% para o modelo de Hadlock<sup>(50)</sup>, sendo os piores resultados obtidos com os modelos isolados TVOL (variação de 9,5% em relação ao peso ao nascimento) e AVOL (variação de 9,8% em relação ao peso ao nascimento). Nosso estudo obteve resultados discretamente superiores ao considerar a fórmula de Hadlock com uma variação percentual em relação ao peso ao nascimento de 7,18%. Quando utilizamos o modelo TVOL nosso resultado foi bastante superior com variação de apenas 6,62%. Além disso, nosso pior resultado também foi obtido pelo modelo AVOL com variação percentual em relação ao peso ao nascimento de 8,35%. Acreditamos que o braço fetal, devido à menor quantidade de tecido macio, tenha menor importância que a coxa na avaliação do estado nutricional intrauterino.

Lee et al.<sup>(51)</sup> avaliaram 164 gestações únicas e observaram que o modelo que incluía uma combinação de diâmetro biparietal (DBP), circunferência abdominal (CA) e “fração de volume” da coxa se mostrou mais preciso que o modelo modificado de Hadlock com média de variação percentual em relação ao peso ao nascimento de 6,6%. Yang et al.<sup>(49)</sup> avaliaram 290 gestações únicas, 100 para o desenvolvimento de modelos

---

preditivos e 190 para validação destes modelos, observaram que o modelo baseado na “fração de volume” da coxa, DBP, CA e CF apresentou a mais precisa estimativa de peso ao nascimento.

No presente estudo, observamos que a fração de volume da coxa isoladamente foi o modelo que mais se aproximou do peso ao nascimento, com uma variação percentual de 6,62%. Nas gestações gemelares, principalmente no terceiro trimestre, devido a maior compressão das partes fetais, as medidas biométricas 2D tornam-se dificultadas. Por outro lado, a mensuração da fração de volume de membros não se altera, já que a medição dos ossos não parece ser influenciada pela posição dos fetos, como comprovado em nosso estudo com apenas um caso de insucesso dentre 56 fetos. Este fato poderia justificar a pior predição dos modelos mistos (fração de volume dos membros associados aos parâmetros 2D) em relação ao modelo 3D único (fração de volume da coxa). Contudo, observamos que estatisticamente, a fração de volume da coxa não se mostrou significativamente superior à fórmula tradicional de Hadlock et al.<sup>(17)</sup> Acreditamos que este fato pode-se dever ao tamanho amostral, visto que a média da diferença e de variação em relação ao peso ao nascimento foram menores com o modelo TVOL no total das pacientes.

Estudo realizado em 50 gestações únicas procurou comparar a acurácia da ultrassonografia 2D e a fração de volume de membros na avaliação estado nutricional no período neonatal. Foi observado que o parâmetro que melhor se correlaciona com a quantidade de deposição de gordura no período pós-natal é o parâmetro TVOL, resultados que corroboram com nosso estudo onde obtivemos os resultados mais acurados com o mesmo modelo <sup>(56)</sup>.

---

De forma a tentarmos encontrar um modelo 3D puro, propusemos uma fórmula utilizando as frações de volume da coxa e braço fetais, a qual apresentou concordância excelente com o peso ao nascimento (variação percentual de 6,45%).

O uso da fração de volume da coxa para estimativa de peso ao nascimento no terceiro trimestre parece ser promissor, tendo em vista também o fator tempo. Inicialmente a avaliação da volumetria de membros por parâmetros tridimensionais levava aproximadamente 15 minutos para ser realizada, já que se desenhavam manualmente as bordas de todo o osso. Apesar de não ser o objetivo deste estudo, observamos que com o uso da fração de volume de membros, tendo em vista que avaliamos apenas a porção mais central do osso, houve uma redução na duração do exame para aproximadamente 2 minutos. Esse tema poderá ser avaliado e validado em análises posteriores.

Nosso estudo mostrou que a fração de volume de membros é método acurado para avaliação da estimativa de peso ao nascimento nas gestações gemelares tanto monócóricas como dicóricas. Consideramos que seu uso possa ser uma alternativa ao modelo proposto por Hadlock<sup>(17)</sup>, principalmente em serviços que possuam aparelhos de ultrassonografia tridimensional e examinadores experientes.

---

## **7 CONCLUSÕES**

---

---

O presente estudo possibilitou as seguintes conclusões:

- A fração de volume do braço e coxa utilizando a ultrassonografia tridimensional para estimativa de peso fetal em gravidezes gemelares apresentaram uma concordância excelente com o peso ao nascimento (padrão ouro);
  - A menor média de variação percentual em relação ao peso ao nascimento foi obtida a partir do modelo de fração de volume da coxa, porém este não apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparado ao modelo de Hadlock et al.<sup>(17)</sup>;
  - A fórmula elaborada que associou os parâmetros tridimensionais fração de volume da coxa e braço apresentou concordância excelente com o peso ao nascimento.
-

## **8 REFERÊNCIAS**

---

- 
1. Weber MA, Sebire NJ. Genetics and developmental pathology of twinning. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2011 Dec 15 (6):313-8.
  2. Visintin C, Muggleston MA, James D, Kilby MD. Guideline Development Group. Antenatal care for twin and triplet pregnancies: summary of NICE guidance. *BMJ* 2011;343: d5714.
  3. McDonald S, Murphy K, Beyene J, Ohlsson A. Perinatal outcomes of in vitro fertilization twins: a systematic review and meta-analyses. *Am J Obstet Gynecol* 2005;193:141-52.
  4. Hack KE, Derks JB, Elias SG, et al. Increased perinatal mortality and morbidity in monochorionic versus dichorionic twin pregnancies: clinical implications of a large Dutch cohort study. *BJOG* 2008;115:58-67.
  5. Elliott JP. High-order multiple gestations. *Semin Perinatol* 2005;29:305-11.
  6. Cavicchioni O, Yamamoto M, Robyr R, Takahashi Y, Ville Y. Intrauterine fetal demise following laser treatment in twin-to-twin transfusion syndrome. *BJOG* 2006; 113:590-4.
  7. Benirschke K. Intrauterine death of a twin: mechanisms, implications for surviving twin, and placental pathology. *Semin Diagn Pathol* 1993;10:222-31.
  8. Bajoria R, Kingdom J. The case for routine determination of chorionicity and zygosity in multiple pregnancy. *Prenat Diagn* 1997;17: 1207-25.
  9. Ong SSC, Zamora J, Khan KS, Kilby MD. Prognosis for the co-twin following single-twin death: a systematic review. *BJOG* 2006;113:992-8.
  10. Erkkola R, Ala-Mello S, Piironen O, Kero P, Sillanpaa M. Growth discordancy in twin pregnancies: a risk factor not detected by measurements of biparietal diameter. *Obstet Gynecol* 1985;66:203-6.
  11. Jahanfar S, Lim K, Ovideo-Joekes E. Birth weight discordance and adverse perinatal outcomes. *J. Perinat. Med.* 2017; 45(5): 603-11.
-



- 
12. Alexander GR, Kogan M, Martin J, Papiernik E. What are the fetal growth patterns of sigletons, twins and triplets in the United States? *Clin Obstet Gynecol.* 1998;41(1):114-25.
  13. Lewi L, Devlieger R, De Catte L, Deprest J. Growth Discordance, Best Practice and Research Clinical. *Obstetrics and Gynecology.* 2014;28:295-303
  14. Araujo Junior E, Ruano R, Javadian P, Martins WP, Elito Junior J, Pires CR, Zanforlin Filho SM. References charts for fetal biometric parameters in twin pregnancies according to chorionicity. *Prenat Diagn.* 2014; 34(4):382-8.
  15. Ianniruberto A, Gibbons JM. Predicting fetal weight by ultrasonic B-Scan cephalometry. An improved technic with disappointing results. *Obstet Gynecol.* 1971;37(5):689-94.
  16. Campbell S, Willkin D. Ultrasonic measurement of fetal abdomen circumference in the estimation of fetal weight. *Br J Obstet Gynecol.* 1975;82(9):689-97.
  17. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body and femur measurements. A prospective study. *Am J Obst Gynecol.* 1985;151(3):333-7
  18. Dudley NJ. A systematic review of ultrasound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005;25(1):80-9.
  19. Lee W, Deter RL, Ebersole JD, Huang R, Blarchart K, Romero R. Birth Weight prediction by three-dimensional ultrasonography fractional limb volume. *J Ultrasound Med.* 2001;20:1283
  20. Reece EA, Yorkoni S, Abdalla M, Gabrielli S, Holford R, O'Connor TZ, Hobbins JC. A prospective longitudinal study of growth in twin gestations compared with growth in singleton pregnancies. I. The fetal head. *J Ultrasound Med.* 1991;10:439-43.
  21. Reece EA, Yorkoni S, Abdalla M, Gabrielli S, Holford R, O'Connor TZ, Bagan M Hobbins JC. A prospective longitudinal study of growth in twin gestations compared with growth in singleton pregnancies. II. The fetal limbs. *J Ultrasound Med.* 1991;10:445-50.
-

- 
22. Khalil A, D'Antonio F, Dias T, Cooper D, Thilaganathan B; Southwest Thames Obstetric Research Collaborative ( STORK). Ultrassound estimation of birth weight in twin pregnancy: comparison of biometry algorithms in the STORK multiple pregnancy cohort. *Ultrassoun obstet Gynecol* 2014;44:210-20.
  23. Kadji C, Bevilacqua E, Hurtado I, et al. Comparison of conventional 2D ultrasound to magnetic resonance imaging for prenatal estimation of birthweight in twin pregnancy. *Am J Obstet Gynecol*. 2018 Jan;218(1):128.e1-128.e11.
  24. Odibo AO, Cahill AG, Goetzinger KR. Customized growth charts for twin gestations to optimize identification of small for gestacional age fetuses at risk of intrauterine fetal death. *Ultrassound Obstet Gynecology*. 2013;41:637-42.
  25. Liao AW, Brizot MdeL, Kang HJ, Assunção RA, Zugaib M. Longitudinal reference ranges for fetal ultrasound biometry in twin pregnancies. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012; 67:451-5.
  26. Shivkumar S, Himes KP, Hucheen JA, Platt RW. An ultrasound – based fetal weight reference for twins. *Am J Obstet Gynecol* 2015;213:224.e1-9.
  27. Stirrup OT, Khalil A, D'Antonio F, Thilaganathan B (STORK) Fetal growth reference ranges in twin pregnancy: analysis of the Southwest Thames Obstetric Research Collaborative (STORK) multiple pregnancy cohort. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2015;45(3):301-7.
  28. Nakano JC, Liao AW, Brizot Mde L , Miyadahira M, Francisco RP, Zugaib M. Fetal growth according to different reference ranges in twin pregnancies with placental insufficiency. *Clinics (Sao Paulo)*. 2015 Dec;70(12):816-9.
  29. D'Antonio F, Khalil A, Dias T, Thilaganatan B; Southwest Thames Obstetric Reasearch Collaborative (STORK). Weight discordance and perinatal mortality in twins: analysis of the Southwest Thames Obstertric Research Collaborative (STORK) multiple pregnancy cohort. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2013;41(6):643-8.
-

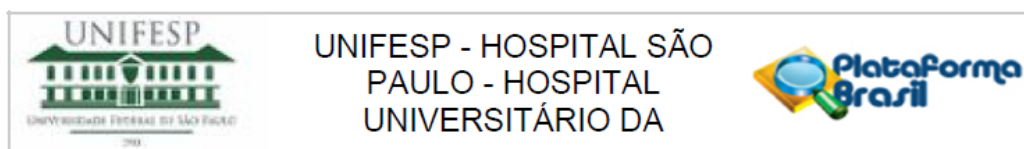
30. Shepard MJ, Richards VA, Berkowitz RL, et al. An evaluation of two equations for predicting fetal weight by ultrasound. *Am J Obstet Gynecol* 1982;142:47-54.
  31. Jeanty P, Romero R, Hobbins JC. Fetal Limb volume – a new parameter to assess fetal growth e nutrition. *J Ultrasound Med.* 1985;4(6):273-82.
  32. Favre R, Nisand G, Bettahar K, Grange G, Nisand I. Measurement of limb circumferences with three-dimensional ultrassound for fetal weight estimation. *Ultrassound Obstet Gynecol.* 1993;176-9.
  33. Favre R, Bader AM, Nisand G. Prospective study on fetal weight estimation using limb circumferences obtained by three dimensional ultrassound. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1995;6:140-4.
  34. Liang RI, Chang FM, Yao BL, Chang CH, Yu CH, Ko HC. Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol.*1997;177(3):632-8.
  35. Chang FM, Liang RI, Ko HC, Yao BL, Chang CH, Yu CH. Three dimensional ultrassound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol.*1997;90(3):331-9.
  36. Shild RL, Fimmers R, Hansmann M. Fetal weight estimation by three dimensional ultrassound. *Ultrassound Obstet Gynecol.* 2000;16:445-52.
  37. Song TB, Moore TR, Lee JI, Kim EK. Fetal weight prediction by thigh volume measurement with three-dimensional ultrasonography. *Obstet Gynecol.* 200;96:157-61.
  38. Chang CH, Yu CH, Chang FM, Ko HC, Chen HY. Assessment of normal fetal upper arm volume by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 2002;28(7):859-63.
  39. Chang CH, Yu CH, Ko HC, Chen HY. Three-dimensional ultrasound in the assessment of normal fetal thigh volume. *Ultrasound Med Biol.* 2003;29(3):361-6.
  40. Chang CH, Yu CH, Ko HC, Chen CL, Chang FM. Fetal upper arm volume in predicting intrauterine growth restriction: A three-dimensional study. *Ultrasound Med Biol.* 2005;31(11):1435-9.
-

- 
41. Cavalcante RO, Araujo Junior E, Machado Nardozza LM, Rolo LC, Moron AF. Nomogram of fetal upper arm volume by three-dimensional ultrasound using extend imaging virtual organ computer-aided analysis (XI VOCAL). *J Perinat Med*. 2011;39(6):717-24.
  42. Araujo Junior E, Cavalcante RO, Nardozza LM, Rolo LC, Ruano R, Martins WdP, et al. Fetal thigh volume by 3D sonography using XI VOCAL: reproducibility and reference range for Brazilian healthy fetuses between 20 and 40 weeks. *Prenat Diagn*. 2011;31(13):1234-40.
  43. Nardozza L, Cavalcante RO, Araujo Junior E, Rolo L, Moron AF. Fetal thigh and upper arm volumes by 3D-sonography: comparison between multiplanar and XI VOCAL methods. *J Mater Fetal Neonat Med*. 2011(online).
  44. Beninni JR, Faro C, Marussi EF, Barini R, Peralta FA. Fetal thigh volumetry by three-dimensional ultrasound: comparison between multiplanar and VOCAL techniques. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2010;35:417-25.
  45. Nardozza LMM, Vieira MF, Araujo jr E, Rolo LC, Moron AF. Prediction of birth weight using fetal thigh and upper-arm volumes by three dimensional ultrasonography in a brazilian population. *The Journal of Maternal-Fetal e Neonatal Medicine*. 2009;1-7.
  46. Nardozza LMM, Araujo EJ, Vieira MF, Rolo LC, Moron AF. Estimativa de peso ao nascimento utilizando a ultrassonografia bidimensional e tridimensional. *Rev Assoc Med Bras*. 2010;56(2):2014-8.
  47. Lee W, Deter RL, McNie B, Gonçalves LF, Espinoza J, Chaiworapongsa T, et al. Individualized growth assessment of fetal tissue using fractional thigh volume. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2004; 24(7):766-74.
  48. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Hassan SS, Gotsh F, Kusanovic JP et al. Fractional Limb volume – a soft tissue parameter of fetal body composition: validation, technical considerations and normal ranges during pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2009;33(4):427-40.
-

49. Yang F, Leung KY, Hous Y, Yun Y, Tang M H-Y. Birth-weight prediction using three-dimensional sonographic fractional thigh volume at term in Chinese population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011;38:425-33.
  50. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Yeo L, Hassan SS, Gotsch F, Kusanovic JP, Goncalves LF, Romero R. New fetal weight estimation models using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2009; 34: 556-65.
  51. Lee W, Deter R, Sangi-Haghpeykar H, Yeo L, Romero R. Prospective validation of fetal weight estimation using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2013; 41:198-203.
  52. Simcox LE, Higgins LE, Myers JE, Johnstone ED. Intraexaminer and Interexaminer Variability in 3D Fetal Volume Measurements During the Second and Third Trimesters of Pregnancy. *J Ultrasound Med* 2017; 36:1415-29.
  53. Moneagudo A, Timor-tritsch IE, Sharma S. Early and simple determination of chorionic and amniotic type in multifetal gestations in the first fourteen weeks by high-frequency transvaginal ultrasonography. *Am J Obst Gynecol.* 1994 Mar;170(3):824-9.
  54. Conover, W.J. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Wiley & Sons, 1999. Coppin, A.K.; Shumway.
  55. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet* 1986;1:307.
  56. Khoury FR, Stetzer B, Myers SA, Mercer B. Comparison of estimated fetal weights using volume and 2-dimensional sonography and their relationship to neonatal markers of fat. *J Ultrasound Med.* 2009; 28:309-15.
-



## Anexo 1 – Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa.



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Predição de peso ao nascimento de fetos gemelares utilizando a fração de volume de braço e coxa fetais por meio da ultrassonografia tridimensional.

**Pesquisador:** Vivian Melo

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 47453815.4.0000.5505

**Instituição Proponente:** Escola Paulista de Medicina

**Patrocinador Principal:** FUNDAÇÃO DE AMPARO A PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.899.235

#### Apresentação do Projeto:

Nº CEP: 0909/2015 (parecer final)

A avaliação precisa do crescimento fetal é essencial para o adequado acompanhamento pré-natal. Distúrbios do desenvolvimento do feto, incluindo a macrosomia e a restrição do crescimento intrauterino (RCIU), estão associados ao aumento da morbidade e mortalidade perinatal.

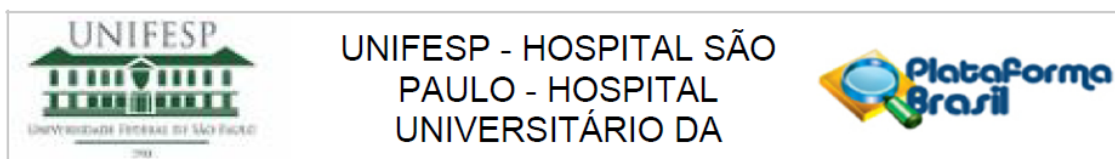
A acurácia na estimativa do peso fetal é de suma importância para o bom seguimento do pré-natal e o estudo ultrassonográfico tem sido a principal ferramenta para esta avaliação.

Todos estes estudos pregressos avaliaram gestações únicas. Sabe-se que gestações gemelares apresentam padrão de crescimento específico desta condição. Além disso, a aferição da biometria dos fetos gemelares no terceiro trimestre está bastante prejudicada, devido à dificuldade técnica do exame.

Portanto, seria de grande importância, buscar uma técnica que fosse capaz de estimar com maior confiança o peso dos fetos, principalmente em gestações gemelares, afim de que se possa prestar uma melhor assistência perinatal e evitar condutas intempestivas.

O estudo visa estimar o peso dos fetos de gravidezes gemelares utilizando a fração de volume de

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14  
Bairro: VILA CLEMENTINO CEP: 04.023-061  
UF: SP Município: SÃO PAULO  
Telefone: (11)5571-1062 Fax: (11)5539-7162 E-mail: secretaria.cepunifesp@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.899.235

Trata-se de um estudo prospectivo tipo coorte a ser realizado no Ambulatório de Gravidez Múltipla do Departamento de Obstetrícia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Serão selecionadas gemeligestas acompanhadas neste Ambulatório e que terão seus partos realizados no Hospital São Paulo em um intervalo de até 05 dias após a avaliação ultrassonográfica. Será realizada a estimativa de peso através da aferição primeiramente dos parâmetros bidimensionais conforme as fórmulas de Hadlock et al e Shepard et al, além da quantificação do volume de líquido amniótico.

Posteriormente será realizada a avaliação tridimensional da fração de membros fetal (braço e coxa) Após o parto, os recém-nascidos serão assistidos por neonatologistas que, após os cuidados iniciais, verificarão o índice de Apgar no primeiro e quinto minutos e realizarão a aferição do peso em balança eletrônica da marca Filizola® modelo BP Baby® com divisões de 5 gramas.

Descritos os critérios de inclusão e exclusão:

**Critérios de Inclusão**

- Gestações gemelares com ambos os fetos vivos.

**Critérios de Exclusão**

- Gestações múltiplas com mais de dois fetos.
- Natimortos.

O estudo envolverá Ultrassonografia bidimensional e tridimensional. Os exames de ultrassonografia serão realizados no Setor de US3D do Departamento de Obstetrícia da UNIFESP por meio de um transdutor convexo volumétrico de varredura automática (RAB 3–5 MHz), acoplado ao aparelho Voluson E8 Expert (General Electric, Medical System, Zipf, Austria).

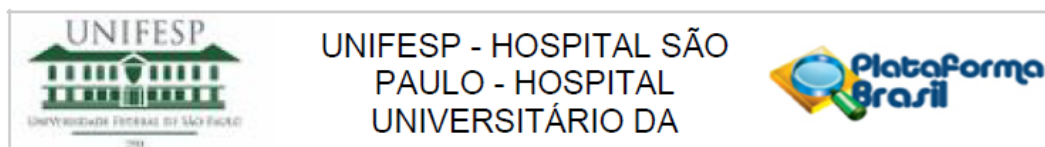
#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Documentos obrigatórios apresentados: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_263987.pdf;

Folha de Rosto; TCLE - Modelo de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 1.docx; Projeto Detalhado

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14  
**Bairro:** VILA CLEMENTINO **CEP:** 04.023-061  
**UF:** SP **Município:** SÃO PAULO  
**Telefone:** (11)5571-1062 **Fax:** (11)5539-7162 **E-mail:** secretaria.cepunifesp@gmail.com





Continuação do Parecer: 1.899.235

braço e coxa por ultrassonografia tridimensional até 05 dias anteriores ao parto. Além disso, comparar a estimativa do peso avaliado pela ultrassonografia bidimensional pela fórmula de Hadlock e Shepard com a fração de volume de braço e coxa avaliado pela ultrassonografia tridimensional em gravidezes gemelares. Ainda introduzir uma nova fórmula avaliando a fração de volume da coxa e braço pela ultrassonografia tridimensional associados aos parâmetros bidimensionais.

#### **Objetivo da Pesquisa:**

Os objetivos do presente estudo são:

- Estimar o peso dos fetos de gravidezes gemelares utilizando a fração de volume de braço e coxa por ultrassonografia tridimensional até 72 horas anteriores ao parto.
- Comparar a estimativa do peso avaliado pela ultrassonografia bidimensional pela fórmula de Hadlock et al.(11) com a fração de volume de braço e coxa avaliado pela ultrassonografia tridimensional em gravidezes gemelares.
- Introduzir novas fórmulas associando a fração de volume da coxa e braço pela ultrassonografia tridimensional aos parâmetros bidimensionais.

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

O pesquisador declara: Riscos:

No caso do presente estudo, a realização do exame de ultrassonografia pode trazer leve desconforto à paciente ou danos psíquicos ao paciente devido ao questionamento de eventual evento adverso no histórico patológico ou obstétrico.

Benefícios:

Poderemos fazer uso da nova técnica ultrassonográfica em gestações futuras, melhorando a acurácia da estimativa de peso dos fetos e assim evitando condutas inadequadas durante o período pré-natal

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Projeto de Pesquisa apresentado à Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, para matrícula no Programa de Pós-Graduação em Obstetrícia - Nível Mestrado.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Julio Elito Júnior

COORDENADOR: Prof. Dr. Edward Araujo Júnior

Endereço: Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

Bairro: VILA CLEMENTINO

CEP: 04.023-061

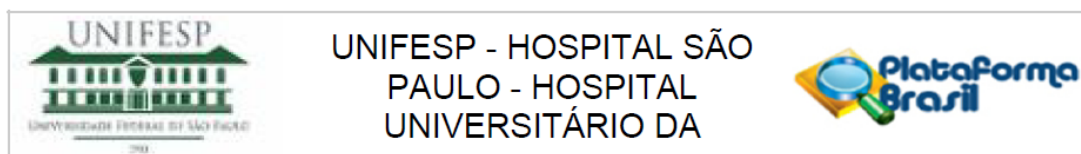
UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5571-1062

Fax: (11)5539-7162

E-mail: secretaria.cepunifesp@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.899.235

#### **Recomendações:**

Nada consta

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Trata-se de respostas de pendências ao parecer original consubstanciado CEP nº 1.242.860 de 24/09/2015, quanto aos seguintes questionamentos abaixo:

##### **1) Adequar quanto ao TCLE:**

- explicar a diferença entre os US tri e o bidimensional ;
- adequar os riscos;
- é necessário informar que o termo está sendo disponibilizado em 2 vias originais, uma para ficar com o participante e outra para ficar com o pesquisador (preconizado na Resolução CNS nº 466 de 2012, item IV.3.f.);
- todas as folhas devem ser numeradas (ex: 1/4, 2/4, etc.) e rubricadas pelo pesquisador e pelo participante da pesquisa no momento da aplicação do TCLE (preconizado na Resolução CNS nº 466 de 2012, item IV.5.d).

Resposta: O TCLE foi adequado conforme orientado, sendo explicado em seu corpo a diferença entre o US tri e bidimensional, adequando os riscos. Tal termo será disponibilizado em 02 vias, uma para o participante e outra para o pesquisador. As folhas foram numeradas e serão rubricadas pelo pesquisador

CEP-UNIFESP: PENDÊNCIA ATENDIDA

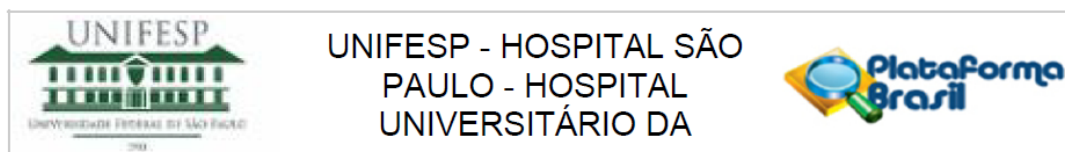
2) Toda pesquisa a ser realizada no Hospital Universitário ? Hospital São Paulo (HU/HSP), ou em qualquer um de seus ambulatorios, deverá vir acompanhada de carta de autorização da Coordenadoria de Ensino e Pesquisa do HU/HSP (que pode ser conseguida na Diretoria Clínica do HSP, no 1º andar do Hospital São Paulo).

Resposta: A carta de autorização foi anexada aos documentos na Plataforma Brasil.

CEP-UNIFESP: PENDÊNCIA ATENDIDA

3) Rever a informação dada, no campo ?Riscos? no formulário da plataforma brasil e no TCLE, que indica que a pesquisa não pode causar riscos. Conforme orientação da CONEP, lembramos que qualquer pesquisa com seres humanos pode causar algum risco, por mínimo que seja. No que diz respeito a esta pesquisa, por exemplo, os procedimentos poderão causar um desconforto leve .

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14  
**Bairro:** VILA CLEMENTINO **CEP:** 04.023-061  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)5571-1062 **Fax:** (11)5539-7162 **E-mail:** secretaria.cepunifesp@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.899.235

Resposta: O campo "riscos" foi alterado, já que toda pesquisa pode causar algum risco. No caso do presente estudo, a realização do exame de ultrassonografia pode trazer leve desconforto à paciente ou danos psíquicos ao paciente devido ao questionamento de eventual evento adverso no histórico patológico ou obstétrico.

CEP-UNIFESP: PENDÊNCIA ATENDIDA

4) Adequar o cronograma do estudo no formulário da plataforma brasil para início do estudo após aprovação do CEP-Unifesp.

Resposta: O cronograma foi alterado como orientado.

CEP-UNIFESP: PENDÊNCIA ATENDIDA

5) - Em relação ao orçamento: foi informado que o custo do projeto será de R\$ 0,00. Lembramos que nenhum projeto de pesquisa pode ter custo 0,00. Sempre há custos, por mínimos que sejam. Neste caso, por exemplo, haverá pelo menos custos de material de escritório e informática.

Resposta: O valor do custo foi alterado, já que sempre há custos mínimos. No caso do estudo presente sendo R\$ 500,00 o orçamento previsto.

CEP-UNIFESP: PENDÊNCIA ATENDIDA

#### Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP informa que a partir desta data de aprovação, é necessário o envio de relatórios parciais (anualmente), e o relatório final, quando do término do estudo..

Parecer acatado "ad ref" pelo coordenador

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento                 | Arquivo  | Postagem            | Autor       | Situação |
|--------------------------------|--|---------------------|-------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_263987.pdf       | 03/01/2017 19:54:55 |             | Aceito   |
| Outros                         | Solicitacao_Autorizacao_COEP.pdf                   | 03/01/2017 19:54:13 | Vivian Melo | Aceito   |
| Outros                         | Carta_de_Autorizacao_Oficio_COEP.pdf               | 03/01/2017 19:53:41 | Vivian Melo | Aceito   |
| Outros                         | CARTA_DE_ESCLARECIMENTO_AO_ATRASO_DE_RESPOSTA.docx | 03/01/2017 19:47:32 | Vivian Melo | Aceito   |
| Outros                         | carta_resposta.docx                                | 03/01/2017 19:46:00 | Vivian Melo | Aceito   |

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14

**Bairro:** VILA CLEMENTINO

**CEP:** 04.023-061

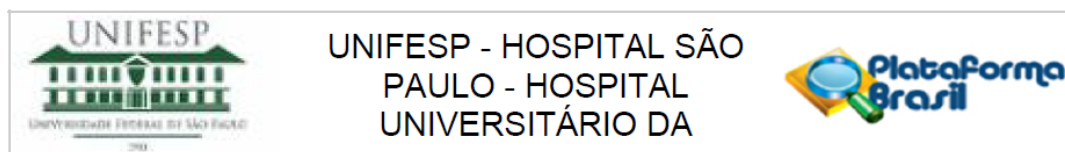
**UF:** SP

**Município:** SAO PAULO

**Telefone:** (11)5571-1062

**Fax:** (11)5539-7162

**E-mail:** secretaria.cepunifesp@gmail.com



Continuação do Parecer: 1.899.235

|   |                                    |                     |             |        |
|---|------------------------------------|---------------------|-------------|--------|
| Recurso Anexado pelo Pesquisador                          | digitalizar0003.pdf                | 16/12/2016 10:53:15 | Vivian Melo | Aceito |
| Outros  | digitalizar0002.pdf                | 16/12/2016 10:41:22 | Vivian Melo | Aceito |
| Outros  | digitalizar0001.pdf                | 16/12/2016 10:40:38 | Vivian Melo | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | TCLE.docx                          | 16/12/2016 10:33:35 | Vivian Melo | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador                 | PROJETO METRADO - VIVIAN MELO.docx | 26/04/2015 19:08:22 |             | Aceito |
| Folha de Rosto  | digitalizar0004.pdf                | 26/04/2015 18:58:33 |             | Aceito |

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 20 de Janeiro de 2017

---

**Assinado por:**  
**Miguel Roberto Jorge**  
 (Coordenador)

**Endereço:** Rua Botucatu, 572 1º Andar Conj. 14  
**Bairro:** VILA CLEMENTINO **CEP:** 04.023-061  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)5571-1062 **Fax:** (11)5539-7162 **E-mail:** secretaria.cepunifesp@gmail.com

## **Anexo 2 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

### **PREDIÇÃO DE PESO AO NASCIMENTO DE FETOS GEMELARES UTILIZANDO A FRAÇÃO DE VOLUME DE BRAÇO E COXA PELA ULTRASSONOGRAFIA TRIDIMENSIONAL**

Essas informações estão sendo fornecidas para sua participação voluntária neste estudo, que visa estimar o peso de fetos de gestações gemelares por meio da ultrassonografia tridimensional e comparar os resultados com os parâmetros bidimensionais, rotineiramente utilizados.

Será realizado o cálculo de volume de fração de membros por meio da ultrassonografia tridimensional dos fetos gemelares alguns dias anteriores ao parto para estimar o peso ao nascimento e comparar os resultados com parâmetros bidimensionais.

Este procedimento não trará risco a paciente ou aos fetos.

Trata-se de estudo experimental testando a hipótese de que a estimativa de peso avaliado pela ultrassonografia tridimensional apresenta melhor acurácia que o método comumente utilizado (ultrassonografia bidimensional). Somente no final do estudo poderemos concluir a presença de algum benefício.

Em qualquer etapa do estudo, a senhora terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra **Vivian Melo** que pode ser encontrado no endereço **R. Borges Lagoa n 418** Telefone 11 964470965.

Se a senhora tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj 14, 5571-1062, FAX: 5539-7162 – E-mail: cepunifesp@unifesp.br.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento na Instituição;

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros voluntários, não sendo divulgada a identificação de nenhum paciente;

A senhora tem direito de ser mantida atualizada sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores;

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

---

Em caso de dano pessoal, diretamente causado pelos procedimentos ou tratamentos propostos neste estudo (nexo causal comprovado), o participante tem direito a tratamento médico na Instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

É compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo **“Predição de peso ao nascimento de fetos gemelares usando a fração de volume do braço e coxa fetais por meio da ultrassonografia tridimensional”**.

Eu discuti com a Dra Vivian Melo sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal

Data   /  /  

Assinatura da testemunha

Data   /  /  

Para casos de voluntários menores de 18 anos, analfabetos, semianalfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo

Data   /  /  

---

---

**Anexo 3 – Ficha de coleta de dados.**

Nome:

RG:

Idade:

Raça:

Medicações:

Fertilização:

Comorbidade:

Paridade:

Idade gestacional:

Corionicidade:

USG 2D – Data ( )

**Feto 1**

Peso Hadlock ( AC/DBP/FL/HC)

Peso AVOL

Peso TVol

Peso CA/AVOL

Peso AC/DBP/Tvol

Peso CA/TVol

Peso AVOL/Tvol

**Feto 2**

Peso Hadlock ( AC/DBP/FL/HC)

Peso AVOL

Peso TVol

Peso CA/AVOL

Peso AC/DBP/Tvol

Peso CA/TVol

Peso AVOL/Tvol

Pós Parto – Data ( )

Feto 1 hora ( )

Feto 2 hora ( )

APGAR:

APGAR:

Peso real:

Peso real:

## Anexo 4 – Submissão do artigo no periódico – Journal of Perinatal Medicine

### Journal of Perinatal Medicine - Account Created in ScholarOne Manuscripts

Journal of Perinatal Medicine <onbehalf@manuscriptcentral.com>

Mon 9/10/2018, 6:22 PM

To: vivekamelo@hotmail.com <vivekamelo@hotmail.com>

10-Sep-2018

Dear Dr. Corrêa,

A manuscript titled Prediction of birth weight in twin pregnancies using fractional limb volumes by three-dimensional ultrasonography (JPMed.2018.0301) has been submitted by Dr. Vivian Corrêa to Journal of Perinatal Medicine.

You are listed as a co-author for this manuscript. The online peer-review system, ScholarOne Manuscripts, automatically creates a user account for you. Your USER ID and PASSWORD for your account is as follows:

Site URL: <https://mc.manuscriptcentral.com/jpmmed>

USER ID: vivekamelo@hotmail.com

PASSWORD: For security reasons your password is not contained in this email. To set your password click the link below.

[https://mc.manuscriptcentral.com/jpmmed?URL\\_MASK=a0a2f33b26db4f52949c84557c00ca3c](https://mc.manuscriptcentral.com/jpmmed?URL_MASK=a0a2f33b26db4f52949c84557c00ca3c)

You can use the above USER ID and PASSWORD (once set) to log in to the site and check the status of papers you have authored/co-authored. Please log in to <https://mc.manuscriptcentral.com/jpmmed> to update your account information via the edit account tab at the top right.

Thank you for your participation.

Kind regards,

Heike Jahnke

Journal of Perinatal Medicine

For news highlights from this journal and other publications, see our new service Science Discoveries at <http://sciencediscoveries.degruyter.com/>

---



**Title:** Prediction of birth weight in twin pregnancies using the fractional limb volumes by three-dimensional ultrasonography

**Short title:** Twin pregnancies and fractional limb volumes

**Type of article:** Original article

**Authors:** Vivian Melo CORRÊA, Edward ARAUJO JÚNIOR, Julio ELITO JÚNIOR

**Institution:**

Department of Obstetrics, Paulista School of Medicine, Federal University of São Paulo (EPM-UNIFESP), São Paulo-SP, Brazil

**Address for correspondence:**

Prof. Edward ARAUJO JÚNIOR, PhD

Rua Belchior de Azevedo, 156 apto. 111 Torre Vitoria

São Paulo-SP, Brazil

CEP 05089-030

Phone/Fax: +55-11-37965944

E-mail: [araujojred@terra.com.br](mailto:araujojred@terra.com.br)

---

**Abstract**

**Aim:** To predict birth weight using fetal fractional limb volumes by three-dimensional (3D) ultrasonography in twin pregnancies. **Method:** This prospective cross-sectional study evaluated 51 twin pregnancies, including 28 dichorionic and 23 monochorionic pregnancies. Ultrasound examinations were performed up to 72 hours before delivery. Birth weight prediction models were developed using the fractional arm volume (FAV), fractional thigh volume (FTV), and Hadlock's formula and were compared with the actual birth weight. **Results:** The mean gestational age at the time of ultrasound examination was 35.3 weeks. The mean birth weight was slightly higher in dichorionic than in monochorionic pregnancies (2391.2 vs. 2352.4 g). The measurements using FTV were the closest to actual birth weights for both monochorionic and dichorionic pregnancies (mean difference of -18.867 and -10.214, respectively). For all twin pregnancies, the mean variation using Hadlock's formula and FTV was 7.18% and 6.52%, respectively. However, no significant difference was noted between Hadlock's formula and FTV ( $p = 0.363$  and  $0.678$  for dichorionic and monochorionic pregnancies, respectively). **Conclusion:** FTV accurately predicted birth weight in twin (monochorionic and dichorionic) pregnancies. However, Hadlock's formula should still be used. **Keywords:** Prediction of birth weight, twin pregnancy, fractional limb volume, three-dimensional ultrasonography

---

## **Introduction**

Twin pregnancies have a higher risk of unfavorable outcomes. Complications such as prematurity, intrauterine growth restriction, and fetal malformations occur frequently, increasing the risk of perinatal morbidity and mortality by three- to seven-fold compared with single pregnancies [1].

Chorionicity is a relevant factor that should be determined early in the first trimester of pregnancy because monochorionic pregnancies are more prone to complications, including the fetal-fetal transfusion syndrome [2]. The weight differences between the fetuses, irrespective of the chorionicity of pregnancy, is also a predisposing factor for higher perinatal mortality [3]. The comparison of fetal weights between twin and single pregnancies indicates that the weight of fetuses from twin pregnancies is lower, especially from the end of the second trimester. Variation in the weight of the fetuses is known to start at approximately 28 weeks, and at 38 weeks the 50th percentile for a twin pregnancy corresponds to the 10th percentile for a single pregnancy [4]. Even after chorionicity is considered, the mean weight and biometric parameters of fetuses from dichorionic pregnancies are higher than those of fetuses from monochorionic pregnancies [5]. Studies conducted in the mid-1990s have shown that measurements of the fractional limb volume (FLV) by three-dimensional (3D) ultrasonography using multiplanar reconstruction were more accurate than those obtained by traditional two-dimensional (2D) methods [6,7]. However, a major disadvantage of the former is the longer time required for volumetric measurement than the latter, limiting its use in clinical practice. Lee et al. [8] proposed the concept of fetal fractional limb

---

volume, which corresponds to 50% of limb diaphysis and contains the largest concentration of soft tissues. Its advantages are the shorter time required for volumetric calibration and higher accuracy because the method excludes the epiphyses, which are more susceptible to transmission artifacts. In single pregnancies, FLV measurements are relatively more accurate in predicting birth weight in populations of different races [8-10]. To the best of our knowledge, no studies have yet predicted birth weight in twin pregnancies using FLV.

The objective of this study was to evaluate the accuracy of birth weight prediction in twin pregnancies using FLV by 3D ultrasonography compared with traditional 2D methods.

## **Methods**

In this prospective cross-sectional study, we evaluated 51 twin pregnancies from October 2015 to June 2018. This study was conducted in the Sector of Twin Pregnancies in the Department of Obstetrics of the Federal University of São Paulo. This study has been approved by the institutional Research Ethics Committee, and written informed consent was obtained from pregnant women who agreed to participate in the study.

The inclusion criterion included twin pregnancies in which both fetuses were alive. The exclusion criteria included pregnancies with more than two fetuses and structural abnormalities identified during the postnatal period. All examinations were performed up to 72 hours prior to delivery using Voluson E8 ultrasound (General Electric, Medical System, Zipf, Austria) equipped with a convex

---

transducer (RAB 4-8L), and all measurements were taken by a single examiner (V.M.C.) with 10 years of experience in ultrasonography. Biometric measurements, quantification of amniotic fluid volume, and estimation of weight were performed in both fetuses using the formula by Hadlock et al. [11]. Subsequently, the FLV was measured using the limb closest to the transducer of each fetus because differences in volume between the two limbs were not statistically significant [13,14].

In the sagittal plane, the fetal limb of interest occupied two-thirds of the screen, and the 3D key was activated at an angle of 85° using a window showing the entire diaphysis of the humerus and femur (ROI = region of interest). The duration of each scan was approximately 10 seconds. The multiplanar mode was activated after visualizing the orthogonal plane of the limb. The calipers were positioned at each limb extremity, and the apparatus software (TVol [thigh volume] and AVOL [arm volume]) automatically calculated its midpoint, generating a sequence of five planes, which were manually delineated on the outer surface in the axial axis, allowing assessing the volume of 50% of the length of the diaphysis of the humerus and femur (Figure 1).

Two fetal limb volumes were measured and stored, and the one with the best quality was selected for off-line evaluation using the software 4D View version 14.0 (General Electric Medical System, Zipf, Austria). All measurements were taken by the same examiner (V.M.C.).

All pregnant women underwent prenatal care and delivery in our institution. After delivery, the newborns were assisted by neonatologists, the Apgar score at 1 min

---

and 5 min was calculated, and weight was measured using electronic scales (BP Baby®; Filizola Beyond Technology, São Paulo, Brazil) with a precision scale of 5.0g. Data were transferred to an Excel 2007 worksheet (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) and analyzed using the SPSS software version 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). The samples were described by calculating the means, standard deviations, and maximum and minimum values. The concordance between the actual birth weight and the predicted weight of the models was assessed using the intraclass correlation coefficient (ICC). In addition, the mean difference between the actual birth weight and predicted weight was calculated.

Linear regression analysis was performed for obtaining the best models of fetal weight estimation, and fetal fractional arm volume (FAV) and fractional thigh volume (FTV) were used as independent variables and birth weight was used as a dependent variable. The weight estimated by the models using FLV was compared with that estimated using the formula by Hadlock et al. [11]. A new formula including the FAV and FTV was developed, and the actual birth weight was used as a reference.

## **Results**

Fifty-one twin pregnancies were evaluated, including 28 dichorionic pregnancies (56 fetuses; 54.9% of the total sample) and 23 monochorionic pregnancies (46 fetuses; 45.1% of the total sample). Of the 56 fetuses from dichorionic pregnancies, one fetus was not evaluated using 2D parameters because of data loss. Of the 46 fetuses from monochorionic pregnancies, the FTV of one fetus was not evaluated

---

because of problems in 3D image processing. The mean maternal and gestational ages at the time of the ultrasound examinations were  $29.9 \pm 6.4$  years and  $35.3 \pm 1.9$  weeks, respectively. Of the 51 patients, 13 (25.5%) were primiparous, and the percentage of white and mixed-race women was the same (37.1% each). Birth weight varied from 855 to 3410 g, and the mean weight was slightly higher in dichorionic than in monochorionic pregnancies (2391.2 vs. 2352.4 g).

Good correlation was noted between the actual birth weight and the weight estimated using Hadlock's formula, FAV, and FTV, with  $ICC > 0.90$  for all measurements (Table 1).

The mean differences between the models and the actual birth weight for monochorionic and dichorionic pregnancies are presented in Tables 2 and 3, respectively. The measurements using FTV were closest to the actual birth weight for all pregnancies.

The mean variations in weight using Hadlock's formula and FTV relative to the actual birth weight for dichorionic pregnancies were 8.45% and 6.60%, respectively. The mean variations using Hadlock's formula and FTV for monochorionic pregnancies were 5.65% and 6.65%, respectively. Considering all twin pregnancies, the mean variations using Hadlock's formula and FTV were 7.18% and 6.52%, respectively. There was no statistically significant difference between Hadlock's model and FTV, whose measurements were closest to the actual birth weight (Table 4).

We proposed a model that associated FAV with FTV for monochorionic twin pregnancies (estimated weight =  $65.132 \times \text{FAV} + 17.182 \times \text{FTV}$ ) and with dichorionic

---

twin pregnancies (estimated weight =  $21.541 \times \text{FAV} + 21.242 \times \text{FTV} + 799.030$ ). The percentage variation of the FAV–FTV model relative to the actual birth weight was 7.30% for dichorionic pregnancies, 5.33% for monochorionic pregnancies, and 6.45% when chorionicity was not considered. No statistically significant difference was noted between Hadlock's model and the FAV–FTV model (Table 5).

## **Discussion**

The objective of this study was to propose a novel model for predicting birth weight in twin pregnancies. For single pregnancies, studies have shown that 2D models can reach variations of up to 15% relative to the actual birth weight [14].

A retrospective study assessed the best models for estimating birth weight in twin pregnancies. A total of 33 models were studied in 586 fetuses, and only three models presented an absolute error <10% compared with the actual birth weight. The best model was Hadlock 2 and the worst model was that which only used femur length (FL) [15].

3D ultrasonography allows the accurate and reproducible measurement of the fetal FLV using different techniques, including multiplanar [12,13], virtual organ-computer-aided analysis (VOCAL) (16), and extended imaging VOCAL [17,18]. FLV evaluates merely 50% of the central region of the fetal limb and is therefore faster and more accurate because it does not include the epiphyses (8). In addition, FLV measurements are noninvasive and allow the intrauterine monitoring of fetal nutritional status from the second half of gestation (19). A study involving 271

---



single pregnancies found that new models of birth weight prediction that included FLVmeasurements were more accurate than the original Hadlock's formulas [20]. FLVmeasurement is a noninvasive method for monitoring soft tissues but varies according to race [21,22]. At 36 weeks of gestation, fetuses from African-American women had a similar fat mass but less lean mass than fetuses from Caucasian women. After this gestational age, changes in lean mass in African-American fetuses as the pregnancy progressed were similar to those in Caucasian fetuses; however, fat accumulated more slowly in the former [23]. The percentage of Caucasian and mixed-race pregnant women was similar in the sample used in the present study (37.5%).

Lee et al. [24] evaluated 144 fetuses from single pregnancies and found that the model that included a combination of biparietal diameter (BPD), abdominal circumference (AC), and FTV was more accurate than the modified Hadlock's model. Yang et al. [10] evaluated 290 single pregnancies—100 pregnancies for developing predictive models and 190 for validating these models—and observed that the model based on FTV, BPD, AC, and FL provided the most accurate estimates of birth weight. In this study, the model that combined FTV, BPD, and AC presented the highest mean difference relative to the actual birth weight and was, therefore, less accurate.

In this study, the use of FTV measurements alone provided the results closest to the actual weight at birth in both monochorionic and dichorionic pregnancies. In twin pregnancies, especially in the third trimester, 2D biometric measurements are less accurate because of the higher compression of fetal organs. In contrast, FLV

---

measurement is not affected as was shown in the sample used in this study (only one case of failure among 56 fetuses). This fact could justify the poorer prediction of the mixed model (FTV, BPD, and AC) compared with FTV alone. However, the FTV model was not significantly superior to the traditional Hadlock's model. This result may be because of the sample size because the mean difference and variation relative to the actual birth weight were lower using the FTV.

In order to identify a single 3D model, we proposed a formula using FAV and FTV. However, this combined model was not superior to Hadlock's model. We believe that the fetal arm, which has a smaller amount of soft tissue, is less critical than the thigh in assessing the intrauterine nutritional status.

In conclusion, FTV measurement was accurate in predicting birth weight in twin (monochorionic and dichorionic) pregnancies. However, the original model by Hadlock et al. [11] should still be used, particularly in services that do not have 3D ultrasonography and experienced examiners.

---

**References**

1. Hack KE, Derks JB, Elias SG, Franx A, Roos EJ, Voerman SK, et al. Increased perinatal mortality and morbidity in monochorionic versus dichorionic twin pregnancies: clinical implications of a large Dutch cohort study. *BJOG* 2008; 115:58-67.
  2. Cavicchioni O, Yamamoto M, Robyr R, Takahashi Y, Ville Y. Intrauterine fetal demise following laser treatment in twin-to-twin transfusion syndrome. *BJOG* 2006; 113:590–594.
  3. Erkkola R, Ala-Mello S, Piirainen O, Kero P, Sillanpaa M. Growth discordancy in twin pregnancies: a risk factor not detected by measurements of biparietal diameter. *Obstet Gynecol* 1985; 66:203-6.
  4. Alexander GR, Kogan M, Martin J, Papiernik E. What are the fetal growth patterns of singletons, twins and triplets in the United States? *Clin Obstet Gynecol* 1998; 41:114-25.
  5. Araujo Júnior E, Ruano R, Javadian P, Martins WP, Elito Junior J, Pires CR, et al. Reference charts for fetal biometric parameters in twin pregnancies according to chorionicity. *Prenat Diagn.* 2014; 34:382-8.
  6. Chang FM, Liang RI, Ko HC, Yao BL, Chang CH, Yu CH. Three-dimensional ultrasound-assessed fetal thigh volumetry in predicting birth weight. *Obstet Gynecol.* 1997; 90:331-9.
  7. Liang RI, Chang FM, Yao BL, Chang CH, Yu CH, Ko HC. Predicting birth weight by fetal upper-arm volume with use of three-dimensional ultrasonography. *Am J Obstet Gynecol.* 1997; 177:632-8.
  8. Lee W, Deter RL, Ebersole JD, Huang R, Blarchart K, Romero R. Birth Weight prediction by three-dimensional ultrasonography fractional limb volume. *J Ultrasound Med.* 2001; 20:1283-92.
-

9. Srisantiroj N, Chanprapaph P, Komoltri C. Fractional thigh volume by three-dimensional ultrasonography for birth weight prediction. *J Med Assoc Thai* 2009; 92:1580-5.
  10. Yang F, Leung KY, Hou YW, Yuan Y, Tang MH. Birth-weight prediction using three-dimensional sonographic fractional thigh volume at term in a Chinese population. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2011; 38:425-33.
  11. Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body and femur measurements. A prospective study. *Am J Obst Gynecol.* 1985; 151:333-7.
  12. Chang CH, Yu CH, Chang FM, Ko HC, Chen HY. Assessment of normal fetal upper arm volume by three-dimensional ultrasound. *Ultrasound Med Biol.* 2002; 28:859-63.
  13. Chang CH, Yu CH, Ko HC, Chen HY. Three-dimensional ultrasound in the assessment of normal fetal thigh volume. *Ultrasound Med Biol.* 2003; 29:361-6.
  14. Dudley NJ. A systematic review of ultrassound estimation of fetal weight. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2005; 25:80-9.
  15. Khalil A, D'Antonio F, Dias T, Cooper D, Thilaganathan B; Southwest Thames Obstetric Research Collaborative ( STORK). Ultrasound estimation of birth weight in twin pregnancy: comparison of biometry algorithms in the STORK multiple pregnancy cohort. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 44:210-20.
  16. Beninni JR, Faro C, Marussi EF, Barini R, Peralta CF. Fetal thigh volumetry by three-dimensional ultrasound: comparison between multiplanar and VOCAL techniques. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2010; 35:417-25.
  17. Araujo Júnior E, Cavalcante RO, Nardoza LM, Rolo LC, Ruano R, de Paula Martins W, et al. Fetal thigh volume by 3D sonography using XI VOCAL: reproducibility and reference range for Brazilian healthy fetuses between 20 and 40 weeks. *Prenat Diagn.* 2011; 31:1234-40.
  18. Cavalcante RO, Araujo Júnior E, Nardoza LM, Rolo LC, Moron AF. Nomogram of fetal upper arm volume by three-dimensional ultrasound using extended
-

imaging virtual organ computer-aided analysis (XI VOCAL). *J Perinat Med.* 2011; 39:717-24.

19. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Hassan SS, Gotsch F, Kusanovic JP, et al. Fractional limb volume--a soft tissue parameter of fetal body composition: validation, technical considerations and normal ranges during pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009; 33(4):427-40.

20. Lee W, Balasubramaniam M, Deter RL, Yeo L, Hassan SS, Gotsch F, et al. New fetal weight estimation models using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2009; 34:556-65.

21. Lee W, Deter RL, McNie B, Gonçalves LF, Espinoza J, Chaiworapongsa T, et al. Individualized growth assessment of fetal soft tissue using fractional thigh volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2004; 24(7):766-74.

22. Lee W, Deter RL, McNie B, Gonçalves LF, Espinoza J, Chaiworapongsa T, et al. The fetal arm: individualized growth assessment in normal pregnancies. *J Ultrasound Med.* 2005; 24:817-28.

23. Lampl M, Lee W, Koo W, Frongillo EA, Barker DJ, Romero R. Ethnic differences in the accumulation of fat and lean mass in late gestation. *Am J Hum Biol.* 2012; 24:640-7.

24. Lee W, Deter R, Sangi-Haghpeykar H, Yeo L, Romero R. Prospective validation of fetal weight estimation using fractional limb volume. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2013; 41:198-203.

---

**Table 1.** Intraclass correlation coefficients between prediction models and actual birth weight according to chorionicity.

| Intraclass<br>correlation<br>coefficient | Chorionicity |               |
|--|--------------|---------------|
|  | Dichorionic  | Monochorionic |
| Hadlock's model                          | 0.942        | 0.922         |
| FAV                                      | 0.921        | 0.903         |
| FTV                                      | 0.951        | 0.922         |
| AC/FTV                                   | 0.957        | 0.927         |
| AC/FAV                                   | 0.943        | 0.895         |
| AC/BPD/FTV                               | 0.964        | 0.979         |

FAV, fractional arm volume; FTV, fractional thigh volume; AC, abdominal circumference; BPD: biparietal diameter

**Table 2.** Mean difference between the weight prediction models and actual birth weight for monochorionic twin pregnancies.

|                    | t      | Df | p-value<br>(two-<br>tailed) | Mean<br>difference | 95% confidence<br>interval of the<br>difference |        |
|--------------------|--------|----|-----------------------------|--------------------|---|--------|
|                    |        |    |                             |                    | Lower   | Upper  |
| Hadlock's<br>model | -1.163 | 45 | 0.251                       | -33.587            | -91.73  | 24.56  |
| FAV                | 2.688  | 45 | 0.010                       | 81.348             | 20.40   | 142.29 |
| FTV                | -0.634 | 44 | 0.529                       | -18.867            | -78.85  | 41.12  |
| AC/FTV             | -4.630 | 44 | 0.000                       | -129.044           | -185.21   | -72.88 |
| AC/FAV             | -2.410 | 45 | 0.020                       | -75.543            | -138.69   | -12.40 |
| AC/BPD/FTV         | -5.170 | 44 | 0.000                       | -137.044           | -190.47   | -83.62 |

FAV: fractional arm volume; FTV: fractional thigh volume; AC, abdominal circumference; BPD: biparietal diameter

**Table 3.** Mean difference between the weight prediction models and actual birth weight for dichorionic twin pregnancies.

|                    | t      | Df | p-value<br>(two-<br>tailed) | Mean<br>difference | 95% confidence<br>interval of the<br>difference |        |
|--------------------|--------|----|-----------------------------|--------------------|---|--------|
|                    |        |    |                             |                    | Lower   | Upper  |
| Hadlock's<br>model | 0.518  | 54 | 0.607                       | 16.018             | -46.00  | 78.03  |
| FAV                | 0.950  | 55 | 0.346                       | 32.732             | -36.31  | 101.78 |
| FTV                | -0.364 | 55 | 0.717                       | -10.214            | -66.46  | 46.03  |
| AC/FTV             | -3.125 | 54 | 0.003                       | -82.200            | -134.93   | -29.47 |
| AC/FAV             | -1.617 | 54 | 0.112                       | -47.909            | -107.32   | 11.50  |
| AC/BPD/FTV         | -4.885 | 54 | 0.000                       | -115.836           | -163.38   | -68.30 |

FAV: fractional arm volume; FTV: fractional thigh volume; AC, abdominal circumference; BPD: biparietal diameter

**Table 4.** Comparison between Hadlock's model, fractional thigh volume, and the actual birth weight in twin (monochorionic and dichorionic) pregnancies.

| Chorionicity  |                       | Hadlock's<br>model | FTV   | p-value* | Result |
|---------------|-----------------------|--------------------|-------|----------|--------|
| Dichorionic   | Mean                  | 16.0               | -8.3  | 0.363    | Equal  |
|               | Median                | -4.0               | 0.0   |          |        |
|               | Standard<br>deviation | 229.4              | 211.5 |          |        |
|               | N                     | 55                 | 55    |          |        |
| Monochorionic | Mean                  | -31.1              | -18.9 | 0.678    | Equal  |
|               | Median                | -5.0               | 8.0   |          |        |
|               | Standard<br>deviation | 197.3              | 199.7 |          |        |
|               | N                     | 45                 | 45    |          |        |

\*Paired *t*-test

FTV: fractional thigh volume

**Table 5.** Comparison between Hadlock's model, fractional thigh volume, fractional arm volume, and actual birth weight in twin (monochorionic and dichorionic) pregnancies.

| Chorionicity  |                    | Hadlock's model | FAV/FTV | p-value* | Result |
|---------------|--------------------|-----------------|---------|----------|--------|
| Dichorionic   | Mean               | 16.02           | 2.48    | 0.654    | Equal  |
|               | Median             | -4.00           | 15.90   |          |        |
|               | Standard deviation | 229.40          | 213.97  |          |        |
|               | N                  | 55              | 55      |          |        |
| Monochorionic | Mean               | 36.95           | 5.01    | 0.301    | Equal  |
|               | Median             | 8.00            | 3.98    |          |        |
|               | Standard deviation | 199.91          | 160.49  |          |        |
|               | N                  | 43              | 43      |          |        |

\*Paired *t*-test

FAV: fractional arm volume; FTV: fractional thigh volume

## Figure Legend

**Figure 1.** Calculation of the fetal fractional arm volume. (A) Positioning the calipers on the epiphyses of the limb. (B) Manually delimiting five areas in the axial plane. At the end of the delimitation of the last area, the software automatically measures limb fractional volume.



## **FONTES CONSULTADAS**

Goldenberg S, Nahas FX, Barbosa MVJ, Ely PB. Elaboração e Apresentação de Teses. Guia prático. São Paulo: LPM Editora; 2008.84p.

Orientação normativa para elaboração de trabalhos de conclusão. Departamento de Obstetrícia.

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese: estruturas e referências. 2a ed. São Paulo: BC Gráfica e Editora; 2005.122